

2011

Rehabilitación energética

Edificios de viviendas en las Islas Baleares



ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TEMA A DESARROLLAR	2
1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	2
1.3. OBJETIVOS Y METAS A ALCANZAR	6
1.4. METODOLOGÍA EMPLEADA	6
2. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO	7
2.1. EDIFICIO PILOTO EXISTENTE	7
2.2. MODELO DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	13
3. ANÁLISIS, ESTRATEGIAS, ACCIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA Y RESULTADOS	15
3.1. ENERGÍA	15
3.1.1. Análisis de la situación actual	15
3.1.1.1. Demanda energética del Edificio Base	17
3.1.1.2. Consumo energético y emisiones de CO ₂ asociadas del Edificio Base	23
3.1.2. Propuestas de mejora, resultados obtenidos y análisis comparativo:	25
3.1.2.1. Análisis y comparativo de resultados de la demanda energética	36
3.1.2.2. Análisis de resultados del consumo energético y emisiones de CO ₂ asociadas	40
4. EFECTOS DURANTE EL CICLO DE VIDA	45
4.1. AHORRO ENERGÉTICO	46
4.2. EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO (TCO ₂ /m ²)	49
4.3. ANÁLISIS ESTIMATIVO DE LA AMORTIZACIÓN ECONÓMICA Y ENERGÉTICA	51
4.3.1. Amortización económica	51
4.3.2. Amortización energética	55
5. CONCLUSIONES	58
6. BASES PARA ESTABLECER UN PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA	61
7. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA	64
8. ANEXOS. DOCUMENTACIÓN GRAFICA, ENERGÉTICA Y PRESUPUESTOS	66

1. INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TEMA A DESARROLLAR

El presente proyecto se plantea para averiguar a través de qué medidas se consiguen mayores reducciones de los impactos ambientales (y la magnitud de esas reducciones) en el caso de rehabilitación energética de viviendas, según unos objetivos concretos (explicados más adelante), respecto de su situación actual.

Por otro lado, se pretenden incluir las reducciones de CO₂ y el ahorro energético que se consigue en el ciclo de vida del edificio y un análisis de los costes económicos de las soluciones propuestas para llevar a cabo dichas reducciones de impactos ambientales, intentando mostrar su viabilidad actual.

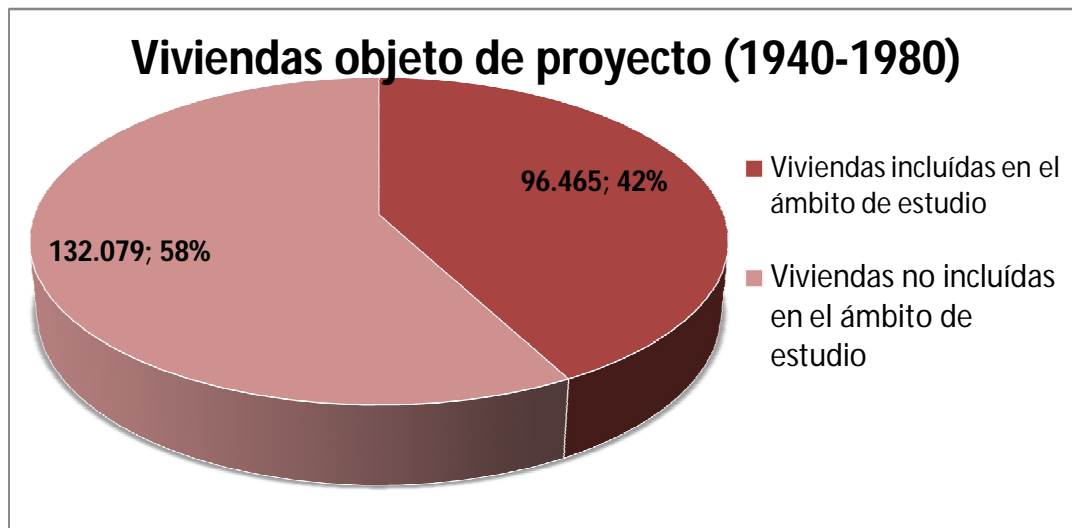
1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y RESUMEN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En primer lugar, comentar que la zona geográfica donde se ubica el presente proyecto se centra en el archipiélago Balear, por ser, por un lado, la zona de donde procedo y de la que mayores conocimientos tengo, y por otro, donde residen mis principales expectativas de progresión laboral.

En segundo lugar, para establecer un ámbito de aplicación, el primer paso a realizar sería aislar una o más tipologías de vivienda, lo más homogéneas posibles desde el punto de vista del consumo de energía, para así poder extrapolar y desarrollar un procedimiento de rehabilitación que reduzca los impactos ambientales asociados al vector energía en la mayor proporción posible. Para definir esta homogeneidad energética, se ha propuesto aislar las construcciones que compartan una serie de características constructivas que las hagan comportarse de manera similar hasta cierto punto.

En las décadas posteriores a la Guerra Civil y durante las etapas de “apertura” (Comín y Hernández, 2010) y “desarrollismo” (González Enciso y Matés Barco, 2006) en España, la consciencia sobre el agotamiento de las fuentes de energía comúnmente usadas era inexistente. Hasta la primera crisis energética (1973), no empezó a generarse un sentimiento de temor por el agotamiento de los recursos, en especial el petróleo (Hirsch, 2005). A partir de ese punto y a tenor de la crisis de 1973, la consciencia sobre el consumo de la energía empieza a tomar forma. Por ello, el periodo de tiempo a estudiar se centrará en las viviendas construidas al inicio de postguerra (1940), siguiendo por la gran cantidad de viviendas ejecutadas durante el “boom” turístico en las islas en la década de los 60 y finalizando en el año 1980, justo después de la salida de la primera Norma Técnica de la Edificación sobre condiciones térmicas en edificios (NTE-CT-79).

Así pues, como se muestra en los gráficos siguientes, creados a partir de datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (I.N.E), se ha definido que el ámbito de aplicación de este proyecto se centra en viviendas de no más de dos plantas por ser la tipología más abundante, y en especial, las viviendas de dicha tipología construidas entre los años 1940 y 1980, por compartir unas características constructivas homogéneas desde el punto de vista de déficit energético.



A la vista del gráfico anterior se observa que del total de viviendas existentes en Baleares hasta el 2001 (228.544) un 42% de ellas (96.465) entrarían dentro del ámbito de aplicación del proyecto, ya que en este 42% se incluyen todas las viviendas de 1 o 2 plantas construidas entre los años 1940 y 1980. El 58% restante corresponde a edificios de viviendas de diversos usos, tipologías y número de plantas, por lo que, al ser un grupo edificatorio demasiado heterogéneo, se ha decidido dejarlo fuera de este estudio.

Las edificaciones a estudiar en este proyecto comparten una serie de características a nivel de déficit energético, por lo que las estrategias para reducir los impactos ambientales de esta tipología se podrían englobar bajo un procedimiento común. Entre estas características podemos encontrar:

- Cimentación de zapatas aisladas y estructura porticada de hormigón armado. Ocasionalmente se encuentran muros de carga de marés en algunos cerramientos o divisiones interiores.
- Forjados unidireccionales con bovedillas de cerámica u hormigón sobre viguetas de hormigón armado o similar.
- Muros de fachada de bloques huecos de hormigón o cerámica de 15 a 20 cm de espesor. Rara vez llevan aislamiento.
- Tabiques interiores y muros de separación de viviendas o edificios de marés o cerámicos de espesores entre 4,5 a 15 cm.
- Acabados interiores de paramentos y techos de mortero y yeso.
- Solados de baldosa hidráulica o de terrazo y alicatados de baldosa cerámica, tomados con mortero de cemento.
- Cubiertas planas y/o inclinadas, sin aislar, y con revestimiento final de barro cocido o teja árabe.
- Carpinterías exteriores metálicas o de madera, sin rotura de puente térmico y, en la mayoría de los casos, de vidrio simple.

Al ser un parque inmobiliario bastante grande (casi 100.000 viviendas) se considera que el resultado del proyecto puede ser una gran oportunidad para observar la magnitud de los cambios que se deberían acometer para encaminar el modelo constructivo actual hacia un nuevo modelo basado en la sostenibilidad. Teniendo en cuenta que con este proyecto se intenta comprobar la viabilidad económica de las estrategias de reducción de impactos ambientales en rehabilitaciones energéticas, la posibilidad de conocer qué escenario encontraríamos si se consiguiera rehabilitar dicho parque inmobiliario con el modelo propuesto, nos permitiría aproximar cuán lejos estamos de lo que podríamos llamar el modelo “ideal” de rehabilitación sostenible.

A continuación se muestran algunos gráficos desglosados que han servido para establecer el ámbito de aplicación:

Gráfico 1: el 86% (195.853) de los edificios de viviendas existentes en Baleares hasta el año 2001 son edificios de 1 o 2 plantas.

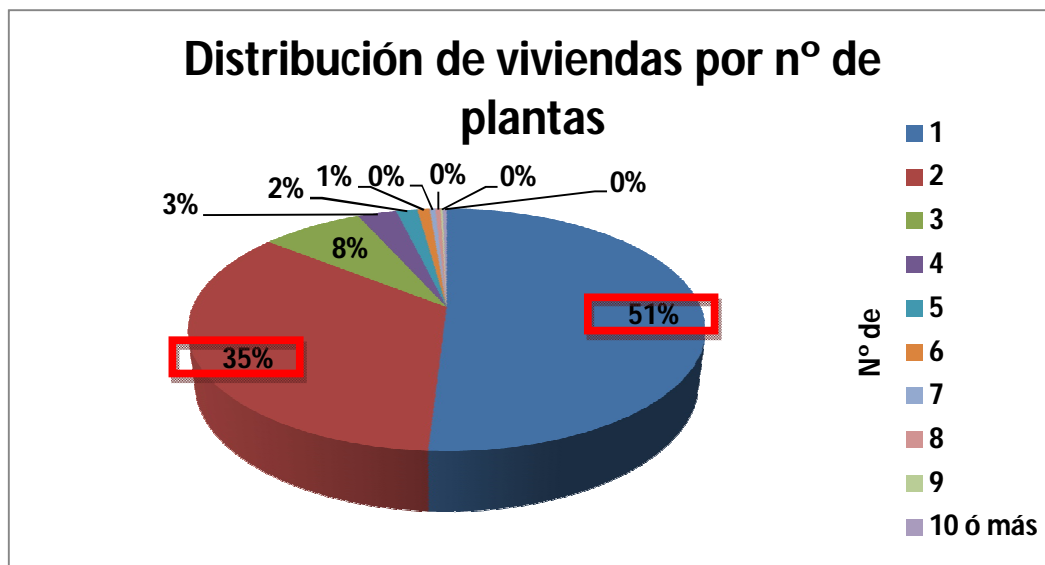


Gráfico 2: el 49,5% (113.172) de los edificios de viviendas construidos en Baleares hasta el 2001 se ejecutaron entre el año 1940 y 1980.

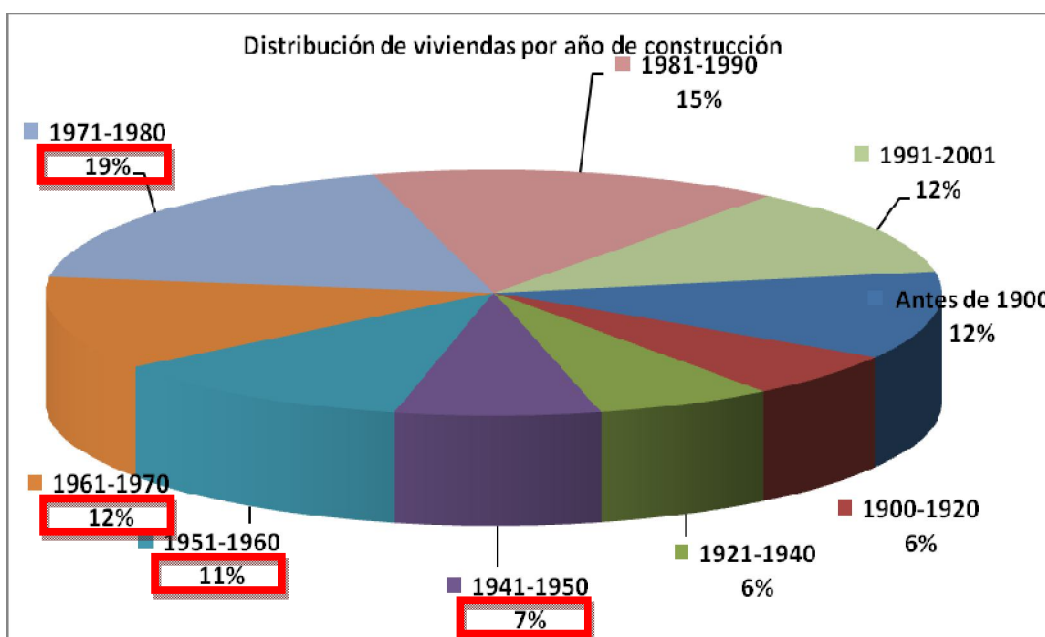


Gráfico 3: del total de viviendas de planta baja ejecutadas en Baleares (116.419), un total de 63.062 viviendas (un 54%) se construyeron en las décadas comprendidas entre los años 1940 y 1980.

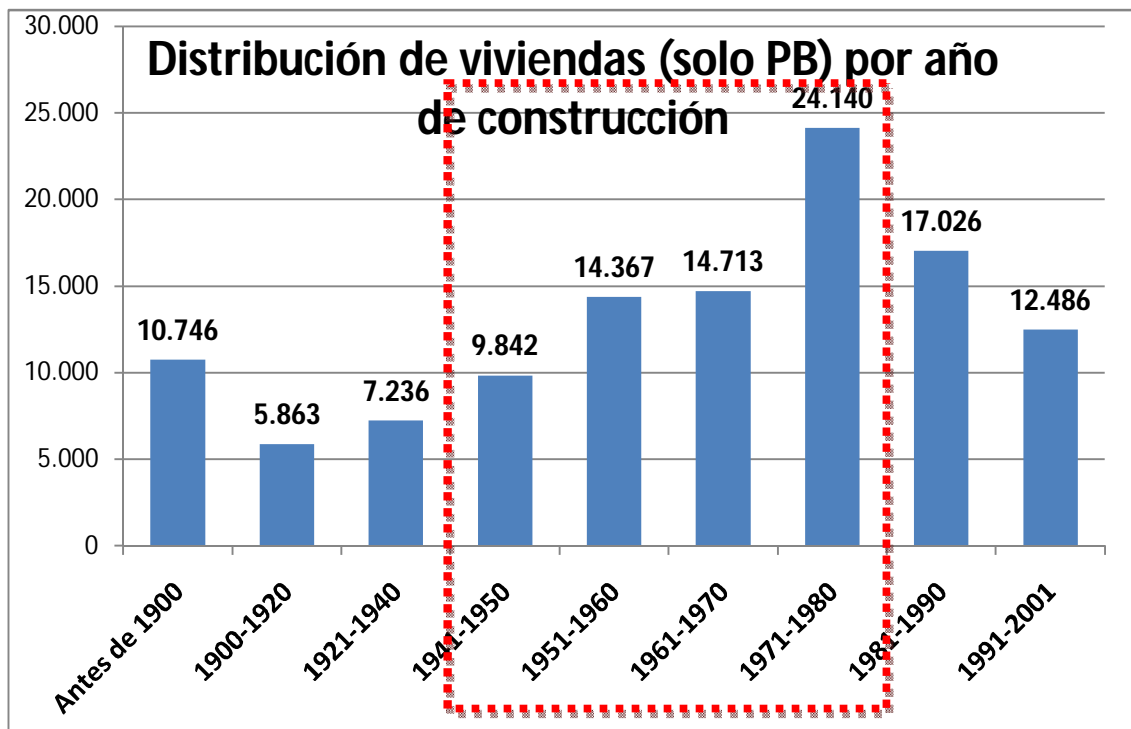
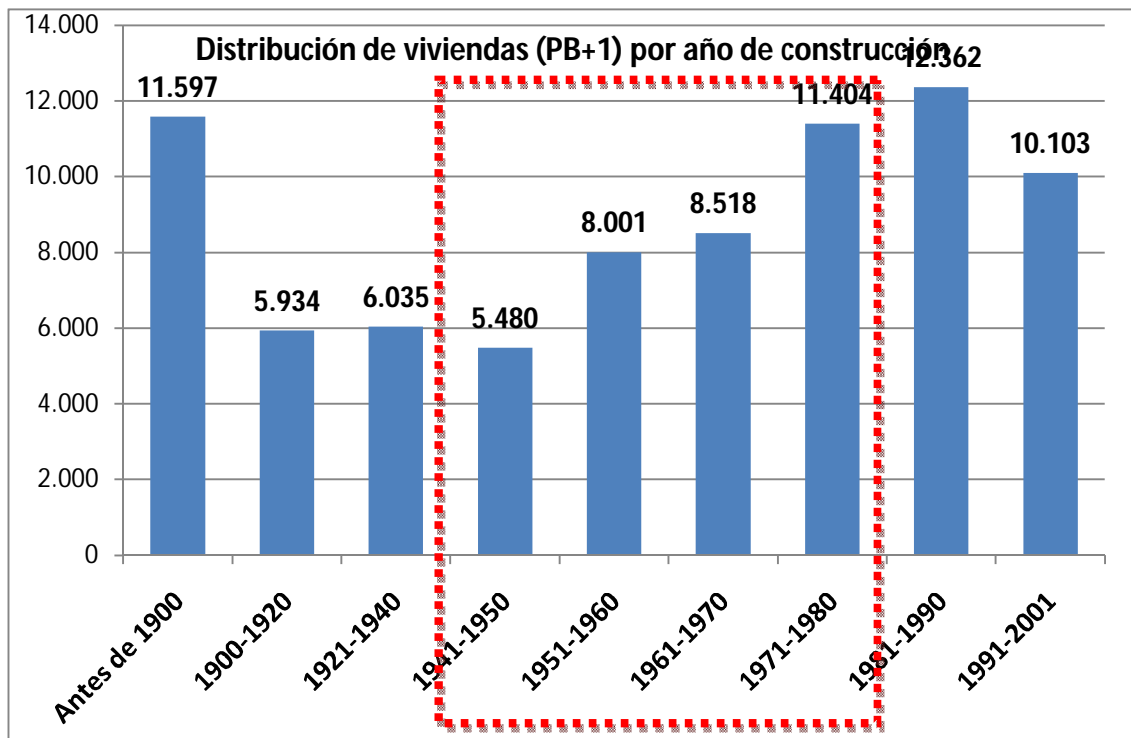


Gráfico 4: del total de viviendas de dos plantas ejecutadas en Baleares (79.434), un total de 33.403 viviendas (un 42%) se construyeron entre los años 1940 y 1980.



1.4. OBJETIVOS Y METAS A ALCANZAR

Los objetivos y metas a alcanzar en este proyecto se enumeran a continuación:

- Obtener en el edificio objeto de estudio, de ahora en adelante llamado Edificio Base, una calificación energética A ó B de acuerdo a las exigencias del RD 47/2007. En cualquier caso, a pesar de no ser de obligado cumplimiento para los edificios incluidos en el ámbito de aplicación de este proyecto y al procurar con este proyecto encaminar el proceso de rehabilitación sostenible, se ha creído conveniente cumplir con los criterios de la única normativa pública existente en España que regula un proceso estándar de evaluación energética. Además como meta extraordinaria se pretende obtener un edificio rehabilitado que cumpla con los requisitos mínimos exigidos por la legislación para obra nueva, y por ello, se ha optado por utilizar las mismas herramientas utilizadas en la certificación energética de edificios de nueva construcción.
- Determinar los criterios de rehabilitación de las edificaciones incluidas en el ámbito de estudio, a través del análisis de un Edificio Base, observando los porcentajes de reducción del impacto ambiental respecto a la situación actual.
Para ello se realizarán mejoras en los sistemas y materiales para alcanzar la máxima reducción en un ciclo de vida de 50 años en cada uno de los vectores considerados:
 - a) Energía (MJ/m²): se refiere a la energía que necesita el edificio durante su vida útil, en concreto, para los usos de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.
 - b) Emisiones de efecto invernadero (KgCO₂/m²): asociadas a la energía consumida en el apartado a).
- Proponer las bases para establecer un procedimiento estándar de rehabilitación energética y mejora ambiental para este tipo de viviendas. Este proyecto no tiene como objetivo servir para el estudio de otras tipologías edificatorias (como edificios de viviendas plurifamiliares de tres o más plantas), requiriéndose para esas tipologías de estudios propios.

1.5. METODOLOGÍA EMPLEADA

La metodología aplicada al presente proyecto consiste en el seguimiento de una serie de pasos para determinar si las características de la rehabilitación a realizar cumplirán con los objetivos anteriormente citados. Entre estos pasos, de manera resumida, encontramos:

1. Obtener información del Edificio Base a rehabilitar mediante documentación y visitas: planos, sistemas constructivos e instalaciones, consumos, perfiles de usos, clima, situación geográfica, etc.
2. Elaborar, sobre base informática, un estudio de los impactos ambientales del edificio, con la ayuda de software especializado (LIDER, CALENER, PRESTO, Hojas de cálculo Excel, etc.)
3. Establecer las estrategias y acciones de reducción de impacto ambiental más oportunas para las fases de rehabilitación y uso, adjuntando valoración técnica y económica.
4. Partiendo de lo anterior, realizar el perfil informatizado de los impactos ambientales del edificio a partir de su rehabilitación energética y posterior gestión, y observar los porcentajes de reducción obtenidos en cada uno de los vectores estudiados en un ciclo de vida de 50 años.

2. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

En la elaboración de este proyecto se tomarán como hipótesis del estudio las siguientes:

- El Edificio Base existente.
- El Edificio rehabilitado, siguiendo una serie de propuestas para rehabilitación energética, al que de ahora en adelante nos referiremos como Edificio Rehabilitado Energéticamente (ERE).

El Edificio Base existente será el punto de partida para ver si las mejoras aplicadas en el modelo ERE consiguen unas reducciones significativas, desde el punto de vista de la edificación sostenible, en los vectores energía y emisiones de efecto invernadero en fase de uso.

2.1. EDIFICIO BASE EXISTENTE

El Edificio Base que servirá como modelo está ubicado en Algaida, un municipio de la comunidad autónoma de las Islas Baleares. Está situado en el centro de la isla de Mallorca y pertenece a la comarca del Pla de Mallorca. Está a 22 km de Palma, la capital de la isla y a una altura de 202 metros sobre el nivel del mar. El término municipal, limita al norte con Sencelles, al este con Lloret de Vistalegre y Montuiri, al sur con Lluçmajor y al oeste con Palma de Mallorca y Santa Eugenia. Hasta Algaida se llega desde Palma a través de la carretera Ma-15. El relieve del término municipal es, como en el resto de la comarca, escasamente accidentado destacando al sureste el macizo de Randa con las cimas de Randa (543 m), Son Reus (501 m) y Son Roig (420 m). El clima es el Mediterráneo, siendo la temperatura media de 15,5 °C y el mes más seco julio, cayendo una media de 12,5 l/m².



Imagen 1: plano de situación



Imagen 2: plano de emplazamiento



El Edificio Base está compuesto por un bloque rectangular con dos fachadas a calle (C/Pare Bartomeu Pou y C/ de Anselm Turmeda), una fachada a un huerto trasero y medianera en el lado restante. La redacción original del proyecto data del año 1949, y la última reforma integral que sufrió el edificio fue en 1974. Su superficie es de 257,66 m² repartida en dos plantas destinadas a viviendas. Cada vivienda tiene planta baja y planta piso y en el medio del edificio se encuentra el vestíbulo de acceso a las viviendas.

La planta baja originalmente contenía dos locales comerciales, así como también el vestíbulo de acceso a las viviendas. En la planta primera se encontraban dos viviendas de aproximadamente 100 m² construidos y el resto de superficie correspondía a terraza. En la última reforma integral realizada (1974) se hizo un refuerzo estructural y se anexionaron los locales comerciales a las viviendas que tenían sobre ellos.

Imagen 3: plano distribución planta baja

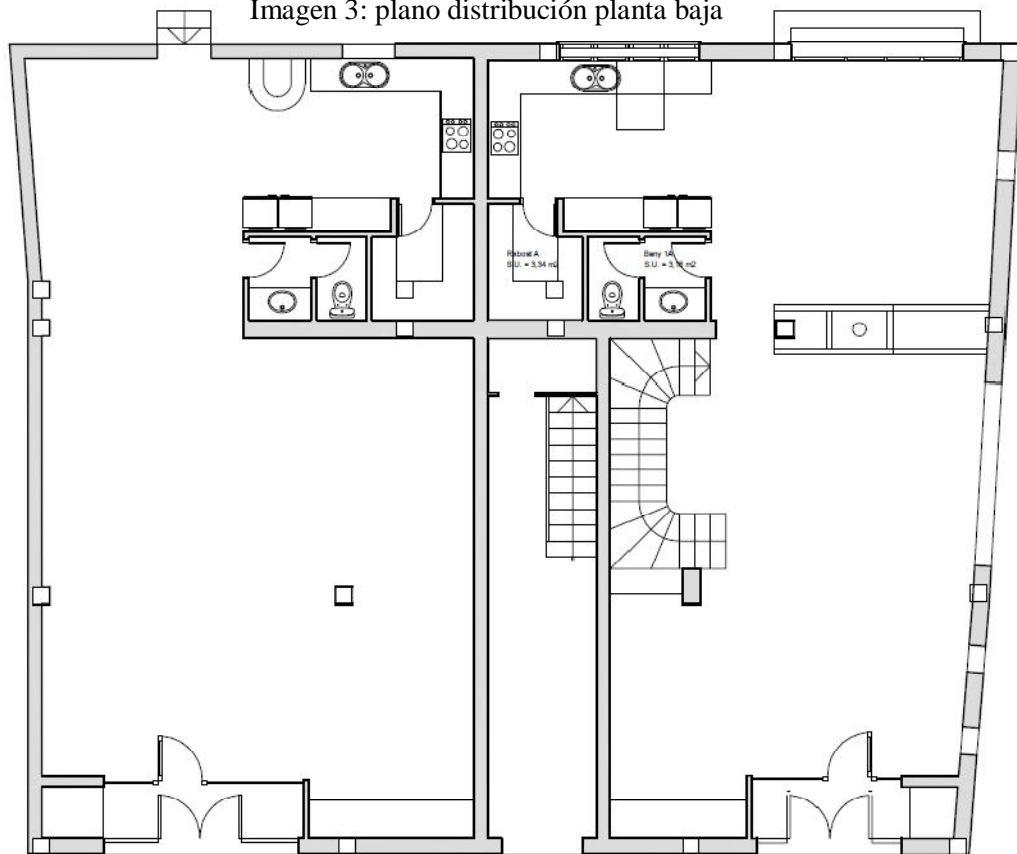
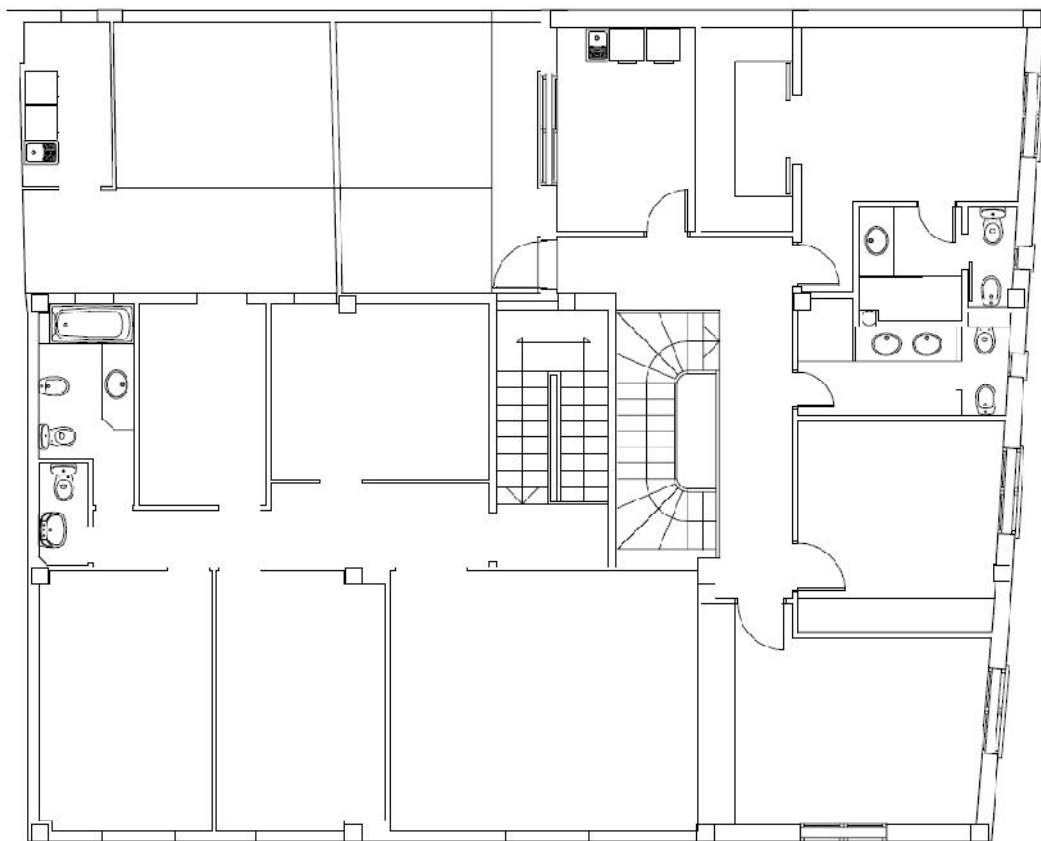


Imagen 4: plano distribución planta primera



Las tipologías de muros son diversas. La fachada principal (C/Pare Bartomeu Pou con orientación Sur) y la posterior (orientada al huerto trasero y con orientación Norte) están compuestas por bloques de hormigón de 20 cm de espesor en ambas plantas. Por otro lado, la fachada lateral derecha (C/ Anselm Turmeda con orientación Este) está formada por bloques de marés (piedra caliza local) de 25 cm de espesor en ambas plantas, mientras que el cerramiento lateral izquierdo (que corresponde a la medianera con el edificio adyacente) está formado por una fábrica de bloque de marés de 20 cm de espesor en planta baja y fábrica de bloque de hormigón de 20 cm de espesor en la planta primera. Las tabiquerías son de bloque de marés de 6 cm de espesor.

Imagen 5: detalle de fachadas (a C/ Pare Bartomeu Pou, a C/ Anselm Turmeda, a huerto trasero)



De acuerdo con los documentos de la última reforma efectuada, la cimentación está formada por zapatas de hormigón armado aisladas, la estructura resultante la constituyen pilares y jácenas de canto de hormigón armado, y los forjados son unidireccionales configurados por viguetas prefabricadas de hormigón armado con entrevigado de hormigón (tipo “Hourdis”) de 25 cm de canto.

Por lo que respecta a los acabados, la distribución es bastante homogénea, encontrándose revestimientos de mortero de cemento portland y cal en los paramentos exteriores, y enfoscado de mortero de cemento portland y enlucido de yeso en revestimientos interiores horizontales y verticales. Los suelos están compuestos por baldosas de terrazo de 40x40 y 4 cm de espesor tomada con mortero de cemento portland, mientras que los alicatados son de baldosas de gres cerámico de 15x15 o 20x20 tomada con mortero de cemento cola.

Imagen 6: detalle de revestimientos interiores



En la cubierta se encuentran zonas inclinadas y planas. Las zonas planas se resuelven mediante un solado formado por baldosas de barro cocido de 20x20 cm, tomado por mortero de cemento portland directamente sobre forjado. Las zonas inclinadas se construyeron mediante la técnica de “tabiques conejeros” apoyados sobre los forjados de la planta primera. El forjado de los “tabiques conejeros” está formado por viguetas prefabricadas de hormigón armado y entrevigado cerámico, siendo el revestimiento final una capa de mortero de cemento portland rematado con teja árabe, con la primera y la última fila amorteradas. No se observa ni aislamiento térmico ni impermeabilización en ninguna de las dos tipologías de cubiertas.

Imagen 7: detalle de revestimientos exteriores y cubierta plana



La carpintería exterior está compuesta por perfiles de acero “Mondragón” de 3x3 cm, con vidrio simple claro de 4 mm de espesor y persianas mallorquinas de madera de 4,5 cm de espesor. Los marcos carecen de rotura de puente térmico.

Imagen 8: detalle de carpinterías exteriores y protecciones solares móviles



La fuente principal de energía utilizada tanto para calefacción como para agua caliente sanitaria es la electricidad. Al estar la mayoría de las viviendas incluidas en este proyecto, situadas en toda la periferia de la isla, es decir, fuera del núcleo urbano principal que es Palma, la red de gas ciudad no es común. Por ello la principal fuente de energía usada será la electricidad.

En el Edificio Base no hay un sistema centralizado, sino que cada vivienda tiene sus propios sistemas, que se describen a continuación:

- Calefacción: mediante radiadores eléctricos (efecto Joule) en baños, habitaciones y salón.
- Refrigeración: no se encuentran sistemas de refrigeración en ninguna de las dos viviendas.
- Agua caliente sanitaria: mediante acumuladores eléctricos.
- Electrodomésticos: lavavajillas, lavadora y secadora, sin certificación energética.
- Cocina: conjunto de vitrocerámica y horno eléctrico.

Imagen 9: detalle sistemas de ACS y calefacción



En la zona donde se ubica el Edificio Base no existe la separación urbana de agua de lluvia y agua residual.

Al no existir red de agua potable, en un principio el Edificio Base disponía de un depósito de recogida de aguas pluviales bajo la solera que se rellenaba con camiones cisterna en caso de necesidad. Al instalarse la red de suministro de agua (1992), ésta se conectó al depósito mencionado con un sistema de control de nivel por boyas (al bajar el nivel hasta cierto punto se inicia la entrada de agua potable desde la red) y se instaló un motor bomba de elevación con una acometida para cada vivienda. La evacuación de aguas residuales y de los excesos de aguas pluviales se realiza mediante vertido a la red de alcantarillado público.

2.1. EDIFICIO REHABILITADO ENERGÉTICAMENTE (ERE)

En el momento histórico actual y tras el proceso evolutivo que hemos sufrido a nivel social desde la Revolución Industrial, los factores más relevantes para la toma de decisiones en cuanto al diseño y construcción de edificios han sido sobre todo económicos, estéticos y funcionales, dejando un poco olvidados, en algunos casos, valores como el respeto ambiental.

Con el modelo de rehabilitación energética lo que se pretende es dar la vuelta a este concepto y aumentar la importancia de estos valores menos habituales. Como se ha descrito en el apartado 1, un objetivo es alcanzar reducciones considerables en los vectores estudiados, por ello el modelo aquí propuesto intentará dar cobertura a las necesidades básicas intentando priorizar el punto de vista ambiental.

Para ello se establecen tres estrategias, en las que cada una tiene como requisito haber agotado las posibilidades de la anterior (sería absurdo hablar de climatizar un habitáculo sin haber mejorado sus aislamientos):

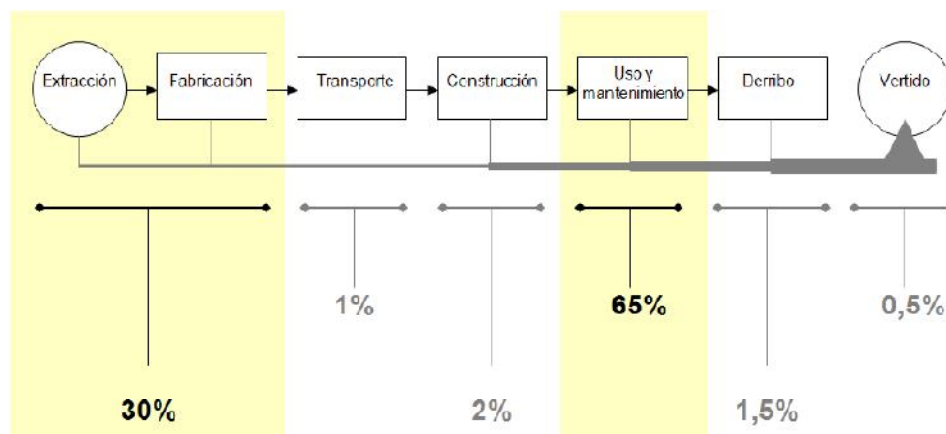
- Reducción de la demanda.
- Aumento de la eficiencia, referida a instalaciones y equipos.
- Aprovechamiento de los recursos locales, hasta el límite de sus posibilidades.
- Elaboración de mejoras en la gestión y el uso del edificio.

Por otro lado, es importante hablar del ciclo de vida. Dado que el ciclo de vida de un edificio consta de varias fases, se deben ir encadenando las acciones que permiten reducir el impacto ambiental. El objetivo final de una rehabilitación ambiental completa debería ser el intervenir y valorar todos los aspectos de cada fase, donde cada una tenga su valor relativo.

Por lo que respecta a este proyecto, vale la pena destacar que teniendo en cuenta los datos de diversos estudios sobre el consumo de energía en las distintas fases del ciclo de vida de un edificio durante 50 años (*Rehabilitación de edificios bajo objetivos de reducción de impacto ambiental: un caso piloto de vivienda plurifamiliar en el área de Playa de Palma*, Mallorca, www.consocioplayadepalma.es, 2010; *La sostenibilidad en la construcción industrializada, la construcción modular ligera aplicada a la vivienda*, Gerardo Wadel, tesis doctoral, 2009; *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 E4*, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio; *Parámetros de Sostenibilidad*, ITeC, 2002; etc.) la fase que más peso representa sobre el total es la de uso y mantenimiento con un 65%, y por otro lado los usos de climatización y ACS representan hasta el 60% de la energía total gastada por las viviendas en esta fase.

Así pues en este modelo de rehabilitación energética se estaría incidiendo en casi el 40% de la energía total que se le imputa a un edificio durante su vida útil, así como todas las emisiones de efecto invernadero que ésta lleva asociada. Además, si aumentáramos la duración de la vida útil del edificio, la proporción relativa que se lleva la fase de *Uso y mantenimiento* siempre aumentaría, pudiendo llegar por ejemplo a valores entorno al 80% en ciclos de vida de 100 años o más.

Imagen 10: detalle fases de consumo de energía de un edificio en su ciclo de vida (50 años)



Fuente: Programa de rehabilitación sostenible de edificación de viviendas en playa de Palma

Por otro lado, es conveniente argumentar el período de tiempo que se asume como vida útil del edificio. En general y como práctica habitual se establece un período de vida útil de un edificio de viviendas en 50 años. Ello es debido a que muchas de las edificaciones de los últimos 100 años se han construido con hormigón armado en su estructura, y para este material la norma EHE en su artículo 5º estipula que las estructuras de edificios de viviendas u oficinas deben tener una vida útil mínima de 50 años.

Ahora bien, en caso de rehabilitaciones no existe ninguna referencia sobre la durabilidad de estructuras, así que aplicando un punto de vista ortodoxo al análisis de ciclo de vida, muchas de las viviendas incluidas en el ámbito de aplicación de este proyecto ya habrían sobrepasado su período de vida útil, con lo cual, si nos mantenemos fieles a esa idea, estos edificios deberían ser demolidos y ejecutados de nuevo. Lo que se pretende con esto, es reflexionar sobre la multitud de factores que intervienen en la vida útil de un edificio, y que por tanto, el período de tiempo utilizado se podría relativizar a cada caso concreto. Como esa visión tan ortodoxa es poco pragmática, procurar alargar el período de vida es una opción más que recomendable, ya que, energéticamente hablando, es mucho menos intensivo realizar una rehabilitación que ejecutar una obra nueva.

Por todo ello, se asume que el estado del edificio garantiza 50 años más de vida útil, aunque el análisis concreto para el refuerzo estructural que pudiera ser necesario en algunos casos se escapa de los objetivos planteados en este proyecto.

3. ANÁLISIS, ESTRATEGIAS, ACCIONES, PROPUESTAS DE MEJORA Y RESULTADOS

3.1. ENERGÍA:

El objetivo de este apartado se centra en reducir el consumo energético y las emisiones de efecto invernadero asociadas a este consumo respecto de su consumo actual, para así poder obtener una calificación energética del edificio objeto A ó B según las exigencias del RD 47/2007, representado por las herramientas públicas de cálculo LIDER y CALENER VyP, ya que son los métodos de comparación estándar y normativos comprendidos en la legislación actual en España.

Para conseguir los objetivos explicados en el apartado 1.3 del presente documento, el procedimiento a seguir sería cumplir con las tres estrategias anteriormente definidas:

- Reducción de la demanda, que se enfocaría en mejorar los aspectos referidos a la envolvente térmica del edificio en cerramientos horizontales y verticales tanto opacos como semitransparentes. En concreto se incidirá en los aspectos de aislamiento, puentes térmicos, factor solar y, en menor medida, masa térmica.
- Aumento de la eficiencia, destinada sobre todo a mejorar los sistemas e instalaciones actuales o substituirlos por otros más eficaces.
- Aprovechamiento de los recursos locales, que representa la adopción de opciones basadas en el uso de las energías renovables y materiales existentes en el lugar.

3.1.1. Análisis de la situación actual:

Al no tener datos del consumo específico del Edificio Base, se procederá a realizar un estudio lo más detallado posible sobre los consumos actuales para los usos de climatización, refrigeración y ACS.

Ahora bien, al ser la incidencia del clima y la zona geográfica muy influyentes en estos usos, utilizar valores de referencia no es muy útil, ya que para averiguar dichos consumos se debería siempre evaluar cada caso en particular con los condicionantes medio ambientales del lugar de ubicación.

En cualquier caso, para valorar los resultados obtenidos, y poder otorgarles un mínimo de rigurosidad, se ha creído oportuno realizar un compendio de valores que muestren unos consumos de referencia para viviendas. Dos son los estudios tomados como referencia y se realizó una media para cada uso reflejando los kWh/(año·vivienda) y el porcentaje sobre el total de cada uno. Los estudios son:

- Referencia 1: Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – E4 (Sector edificación). Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDEA). 2007.
- Referencia 2: Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya. ITEC, Paràmetres de Sostenibilitat. A. Cuchí, D. Castelló, G. Díez y A. Sagrera bajo la dirección de F. Mañà. 2003.

Los valores de la tabla 1 se refieren a una vivienda de unos 90 m² con sistemas constructivos e instalaciones convencionales, donde la energía para calefacción y ACS proviene del gas natural y donde el resto de usos utilizan electricidad.

Comparativa de referencias sobre el uso energético en viviendas:

Tabla 1: consumos energéticos de referencia

Uso energético	ref. 1. E4 España		ref. 2. ITEC Cataluña		Media	
	kWh/(año·viv)	%	kWh/(año·viv)	%	kWh/(año·viv)	%
ACS	2,793	29%	3,150	27%	2,972	28%
Refrigeración	482	5%	0	0%	241	2%
Calefacción	2,504	26%	4,940	42%	3,722	35%
Iluminación	1,252	13%	616	5%	934	9%
Cocina	1,445	15%	1,050	9%	1,248	12%
Electrodomesticos	1,156	12%	2,079	18%	1,618	15%
TOTAL	9,632	100%	11,835	100%	10,734	100%

En la referencia 1 los valores se refieren al consumo medio de una vivienda para toda España y en la referencia 2 se trata de una vivienda ubicada en Barcelona. La dispersión de los valores es asumible, ya que se ha considerado una media entre los consumos medios en España, con los consumos medios en Barcelona, localidad con una climatología similar a la que existe en las Islas Baleares, el clima Mediterráneo, caracterizado por la ausencia de temperaturas extremas, de inviernos fríos pero sin temperaturas radicales y de veranos cálidos, además de tener una pluviosidad bastante escasa (500 mm) y concentrada en las estaciones intermedias (primavera y otoño).

En lo que respecta a este proyecto, se han analizado únicamente los usos en los cuales se puede incidir mediante actuaciones planteadas en proyectos de rehabilitación, es decir, ACS y climatización. Una mención especial requiere la iluminación. A pesar de ser uno de los usos en los que se puede incidir mediante proyectos de rehabilitación, en lo que se refiere a este estudio no se ha tenido en cuenta a la hora de cumplir con los objetivos del apartado 1.3., entre otras causas, por el hecho de que el software utilizado en este proyecto no permite el cálculo de consumo de energía asociado a iluminación, con lo cual, no sería posible obtener un valor representativo de la demanda de energía en ese aspecto; por ende, existe la dificultad para comprobar el ahorro conseguido con determinadas soluciones, en otra palabras, de qué manera justificar como se consigue una rebaja en el consumo en iluminación. En adición a todo lo anterior, la iluminación representa únicamente un 10% de la energía atribuida a la fase de uso, frente al 60% que representan la climatización y el ACS.

Por otro lado, los usos de electrodomésticos y cocina, cuyas mejoras radican básicamente en aumentar la eficiencia de los dispositivos utilizados, no se han tenido en cuenta. En cualquier caso, con los equipos disponibles en el mercado, es posible alcanzar ahorros significativos en dichos usos.

En resumen, a partir de los datos mostrados anteriormente, se han definido unos consumos de referencia para cada uno de los usos energéticos en viviendas. Los valores están expresados en Kwh/(m²·año) (se han tomado los valores medios y se han dividido entre la superficie de vivienda que estipulan los ya mencionados estudios, es decir, 90 m²) y su repercusión en porcentaje sobre el total.

A continuación se muestra la tabla 2 con los valores finales de los consumos energéticos de referencia definitivos:

Tabla 2: consumos energéticos de referencia definitivos

Uso energético	Viviendas	
	kWh/m2	%
ACS	33.02	43%
Refrigeración	2.68	3%
Calefacción	41.36	54%
TOTAL	77.05	100%

Una vez estipulados los consumos de referencia el siguiente paso será realizar un análisis de la demanda energética el Edificio Base. Para ello se seguirá la metodología descrita en el apartado 1 de este documento.

3.1.1.1. Demanda energética del Edificio Base:

Como se ha comentado, la incidencia de la zona climática es de vital importancia en los usos que se pretenden analizar en este proyecto. Por ello, el objetivo es cuantificar la demanda energética asociada directamente a las características del edificio que se vean afectadas por esa variable. Entre ellas tenemos las demandas de calefacción, refrigeración y ACS, que suponen el 60% del consumo energético total del edificio durante su fase de uso, y que, por esa razón, es donde más se puede incidir para mejorar los resultados que se obtienen al realizar un proyecto de rehabilitación.

Para iniciar el cálculo del consumo energético del edificio el primer paso será estudiar la demanda energética en climatización. Para ello se ha utilizado la herramienta informática LIDER (Limitación de la Demanda Energética). Esta herramienta es la aplicación informática que permite cumplir con la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de Demanda Energética establecida en el Documento Básico de la Habitabilidad y Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE-HE1) y está patrocinada por el Ministerio de Vivienda y por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Esta herramienta está diseñada para realizar la descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios, así como para llevar a cabo la mayor parte de los cálculos recogidos en el CTE-HE1 y para la impresión de la documentación administrativa pertinente. Se ha empleado la última versión disponible del programa (Fecha de actualización 30/07/09).

Aunque en el ámbito de aplicación del mencionado decreto no entrarían las rehabilitaciones objeto de este proyecto, su comprobación y cumplimiento se hace necesaria para dar validez a los objetivos reflejados en el apartado 1.3 del presente proyecto.

El funcionamiento del programa consiste en la comparación del edificio objeto definido en el proyecto con un modelo o edificio de referencia que tiene la misma geometría, características de forma y ubicación, pero con soluciones constructivas para los cerramientos que cumplen rigurosamente con el valor límite marcado por la legislación.

El programa permite introducir la composición de distintos tipos de cerramientos clasificándolos en opacos y semitransparentes. La definición del Edificio Base se ha realizado con los datos tomados en las visitas y ya citados en la descripción del edificio del apartado 2.1. y se muestran a continuación:

Tabla 3: composición de cerramientos opción Base

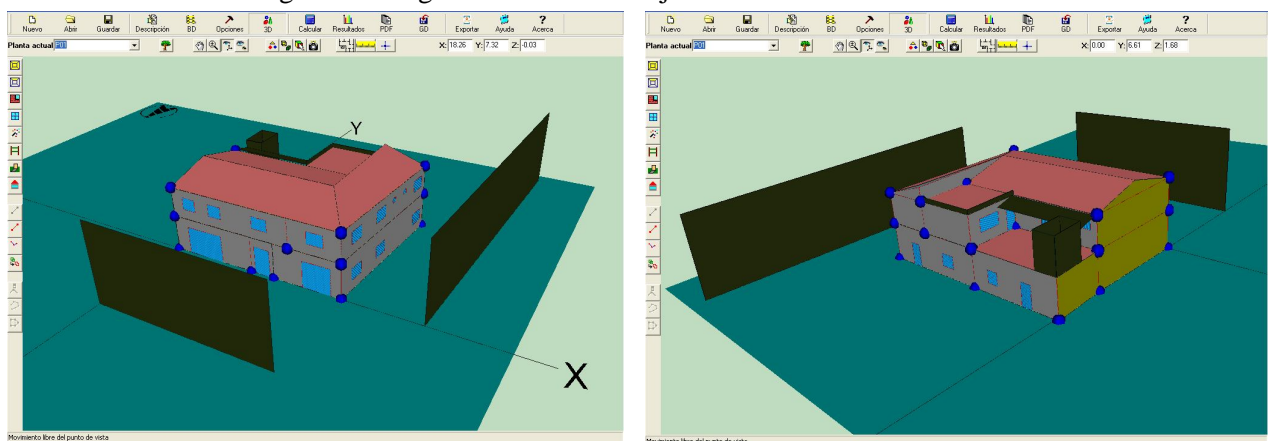
Opción Base – Cerramientos opacos			
Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
PB- Fachadas princ-post-	2.64	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015

izq		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
PB-Fachada lateral derecha	2.43	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
P1-Fachada principal-posterior	2.16	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
P1-Fachadas lateral izq	2.05	Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
P1-Fachada lateral derecha	2.43	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Tabiquería y medianera entre viviendas	3.21	Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.060
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Muro caja escalera	2.96	Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Forjado PB	2.17	Piedra artificial	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Forjado PP-cubierta plana	2.19	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Forjado PP-cubierta inclinada	2.01	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Forjado vestibulo PB	2.17	Piedra artificial	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Solera	2.94	Piedra artificial	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Hormigón armado $2300 < d < 2500$	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002

Opción base - Huecos		U (W/m²K)
Nombre	Ventanas	5.70
Acristalamiento	VER_M_4	
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico	
% Hueco	20.00	
Permeabilidad m³/hm²	27.00	
Factor solar	0.61	
Nombre	Puertas	5.70
Acristalamiento	VER_M_4	
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico	
% Hueco	15.00	
Permeabilidad m³/hm²	60.00	
Factor solar	0.82	

La presentación de resultados muestra un primer gráfico con los porcentajes de demanda de calefacción y refrigeración del edificio objeto respecto los de referencia, y conjuntamente la resolución de cumplimiento del documento básico HE-1 del Código Técnico de la Edificación. Por otro lado también se incluyen los resultados de demanda energética para cada uno de los espacios definidos.

Imagen 11: imágenes del edificio objeto definido en LIDER



Una vez definidos todos los tipos de cerramientos y desarrollado el modelo 3D del edificio, se procede a definir las propiedades de cada espacio. En el presente proyecto se han definido 9 espacios por motivos derivados de la creación de distintas cubiertas sobre distintos espacios. Los espacios P01_E03, P02_E01 y P02_E05 corresponden a la vivienda A; los espacios P01_E01, P01_E04 y P02_E03 corresponden a la vivienda B; y los espacios P01_E02, P02_E02 y P03_E01 corresponden al vestíbulo de planta baja, vestíbulo de planta primera y la cámara sanitaria bajo las cubiertas inclinadas respectivamente. Las propiedades de cada espacio se han asimilado a las condiciones más habituales según la tipología de uso de cada uno de ellos. A continuación se muestra una tabla resumen de estas características:

Tabla 4: relación de espacios por usos y superficie

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	72.15	3.30
P01_E02	P01	Nivel de estanqueidad 5	3	20.31	3.30
P01_E03	P01	Residencial	3	105.69	3.30

P01_E04	P01	Residencial	3	39.32	3.30
P02_E05	P02	Residencial	3	72.69	2.70
P02_E01	P02	Residencial	3	26.41	2.70
P02_E02	P02	Nivel de estanqueidad 5	3	10.32	2.70
P02_E03	P02	Residencial	3	88.73	2.70
P03_E01	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	171.75	1.15

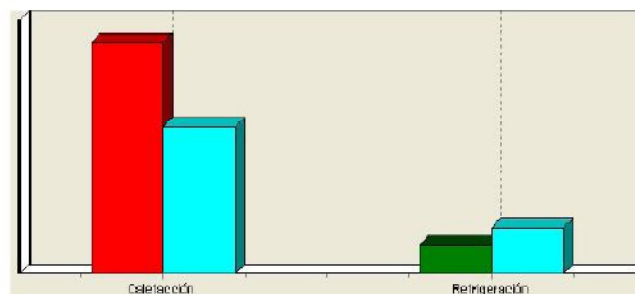
A partir de las características definidas anteriormente se ha realizado una simulación de la demanda de energía en climatización para el Edificio Base (dando como resultado el siguiente gráfico:

Gráfico 1: demanda energética del Edificio Base en porcentaje de la demanda de referencia y proporción relativa entre calefacción y refrigeración.

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	156.7	62.8
Proporción relativa calefacción refrigeración	89.0	11.0



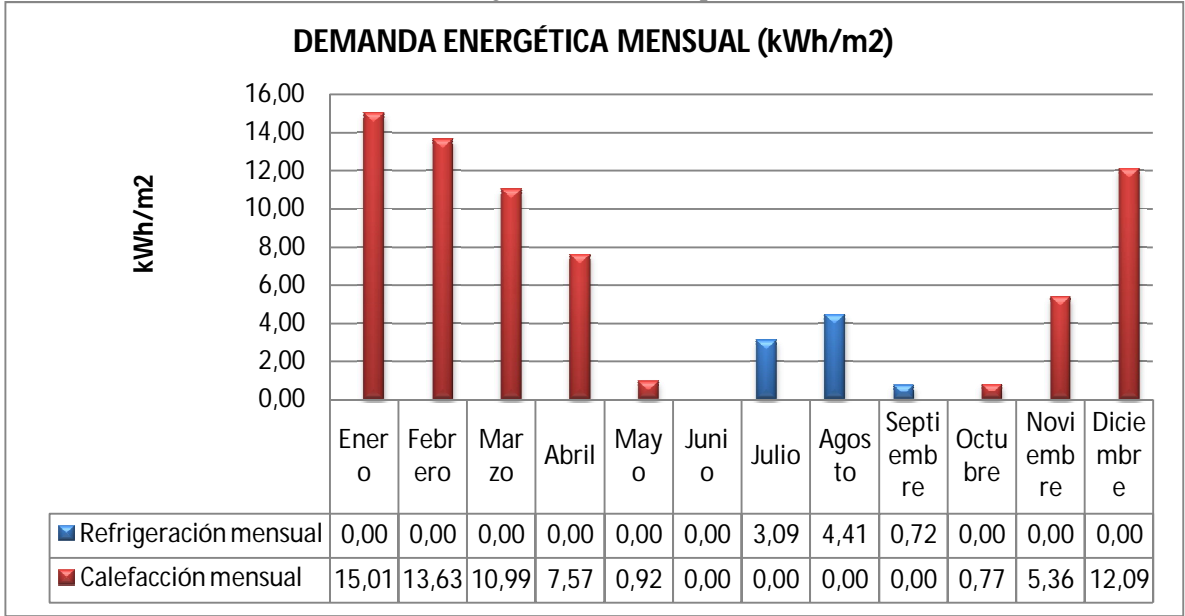
La causa de estos resultados radica en los coeficientes de transmitancia térmica (U) de los cerramientos, ya que como se puede observar en el informe resultante del cálculo con LIDER (Anexo 1) la gran mayoría de cerramientos tienen una U muy por encima de la $U_{\text{límite}}$ marcada por la normativa. Estos resultados son completamente normales, ya que los cerramientos opacos tanto verticales como horizontales no disponen de aislamiento, añadiendo también que los huecos (marcos y ventanas) no disponen de vidrios dobles con cámara de aire y no existe ningún tipo de control sobre los puentes térmicos.

Por otro lado es interesante destacar los resultados de la proporción relativa entre calefacción y refrigeración. Como se puede observar la proporción relativa se sitúa en 89% para calefacción y 11% para refrigeración, por esta razón es apropiado pensar que las acciones encaminadas a reducir la demanda de calefacción proporcionarán mayores ventajas y beneficios en el resultado total.

Ahora bien, para analizar correctamente la demanda del Edificio Base, es necesario consultar los datos específicos de consumo en kWh. Para ello se han estudiado los archivos ocultos que genera LIDER, consiguiendo así los datos de demanda por espacios (en kWh/m²), la demanda energética mensual del edificio (en kWh/m²), así como el balance térmico del edificio (en kWh).

En primer lugar, se presenta la demanda energética mensual por metro cuadrado:

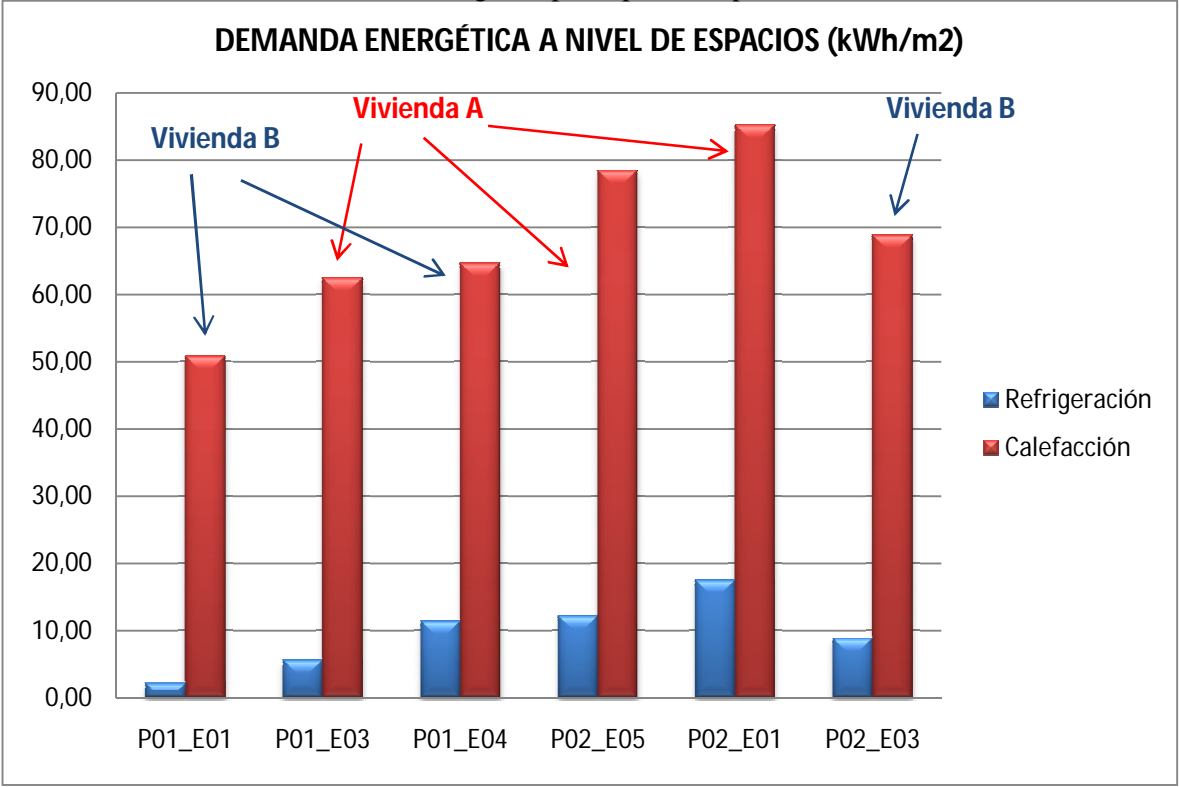
Gráfico 2: demanda energética mensual expresada en kWh/m2



Como ya se ha comentado, las mayores demandas de energía durante el año se centran en los meses en los que se requiere calefacción, siendo las demandas de refrigeración de menor magnitud y durante menor número de meses.

En segundo lugar, si analizamos las demandas por espacios por m² se obtiene el siguiente gráfico:

Gráfico 3: demanda energética por espacios expresada en kWh/m2

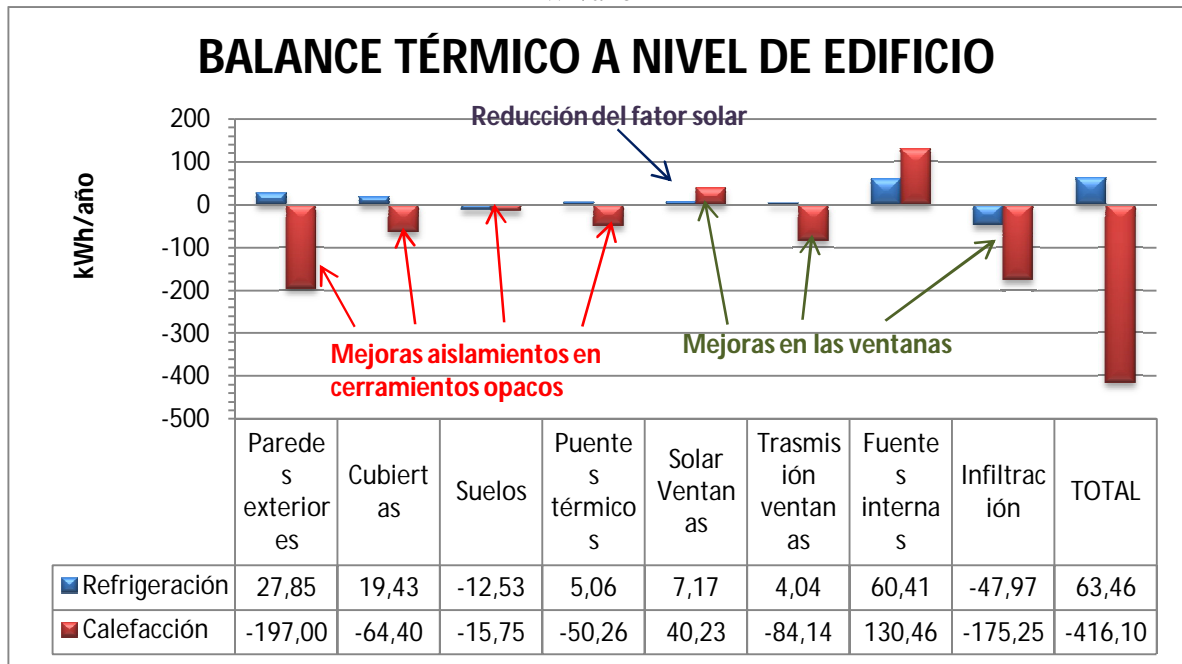


Como se puede observar en el gráfico 3, los espacio con mayor demanda son los que se encuentran bajo las cubiertas (Planta 02), ya que al no existir aislamientos en ningún paramento, los espacios situados en la planta primera son los que más superficie tienen en contacto con el exterior o con locales no calefactados.

Por otro lado se puede deducir, que la vivienda A al tener más cerramientos exteriores, ya que la B se encuentra entre medianeras, es la que más necesidades de calefacción y refrigeración tiene. Por todo ello, se podría llegar a actuar en consecuencia, y reforzar los aislamientos en los espacios con más necesidades, aunque por facilidad constructiva y homogeneización de los cerramientos se procederá a reforzar los aislamientos de manera general, observando las reducciones globales conseguidas a nivel de edificio. En cualquier caso, es correcto mencionar que pese a la intención de homogeneizar, en algunos casos aislados se pueden encontrar aislamientos de distintos grosores en ciertos cerramientos. La causa de esta desigualdad ha surgido al intentar mantener los valores de transmitancia de los cerramientos lo más cerca posible del límite exigido, aprovechando así cantidades más exactas de uso de materiales.

Finalmente, se ha estudiado el balance térmico del edificio, es decir, las ganancias y pérdidas energéticas a través de la envolvente térmica. Este análisis se ha realizado para cada uno de los espacios anteriormente citados, aunque el gráfico adjunto está formado por la suma de las energías transmitidas por cada espacio para cada una de las categorías analizadas:

Gráfico 4: balance térmico del edificio respecto a los factores que determinan la demanda en kWh/año



Como se puede observar, las pérdidas térmicas asociadas a calefacción son realmente importantes, sobrepasando ligeramente los 400 kWh, de los cuales la mayor parte se debe a *Paredes exteriores*, *Infiltración* y *Transmisión ventanas*, demostrando la debilidad de la envolvente térmica. Así mismo las ganancias térmicas asociadas a la refrigeración, están cercanas a los 65 kWh, de los cuales la mayor parte recae sobre *Fuentes internas*, que constructivamente no permite variabilidad, donde sí podemos incidir es en *Solar Ventanas* y *Transmisión ventanas*, que representan un 18% de las ganancias totales y que muestra la importancia de un correcto diseño en lo que se refiere a las protecciones solares de los huecos.

3.1.1.2. Consumo energético y emisiones de CO₂ asociadas del Edificio Base:

Una vez conocida la demanda energética del edificio, el siguiente paso es averiguar con qué medios se cubre esa demanda para conseguir unas condiciones de confort, y por tanto conocer así el consumo de energía requerido y las emisiones de CO₂ que dicho consumo lleva asociado.

Para realizar este cálculo se ha utilizado la herramienta informática CALENER. El programa informático CALENER es una herramienta promovida por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del IDAE, y por el Ministerio de Vivienda, que permite determinar el nivel de eficiencia energética correspondiente a un edificio. Existe en dos versiones: la versión CALENER-GT, para la calificación de eficiencia energética de grandes edificios del sector terciario, y la versión CALENER VyP para la calificación de eficiencia energética de edificios de viviendas y del pequeño y mediano terciario. Ésta última versión es la que se ha utilizado ya que este proyecto se centra en viviendas de no más de dos plantas. Se ha empleado la última versión disponible del programa (Fecha de actualización 30/07/10).

Esta herramienta está diseñada para, a partir de la descripción geométrica, constructiva y operacional del edificio realizada en LIDER, analizar la demanda y, considerando la definición de los sistemas e instalaciones del edificio, contabilizar el consumo de energía y las emisiones de efecto invernadero asociadas.

Al igual que LIDER, el funcionamiento del programa consiste en la comparación del edificio objeto definido en el proyecto con un modelo o edificio de referencia que tiene la misma geometría, características de forma y ubicación, pero con soluciones constructivas para los cerramientos que cumplen rigurosamente con el valor límite marcado por la legislación.

El programa permite introducir la composición de los distintos sistemas y equipos utilizados para cubrir las demandas de calefacción, refrigeración si existe y agua caliente sanitaria. La definición del Edificio Base se ha realizado con los datos tomados en las visitas y tiene las siguientes características para adaptarlas a CALENER VyP:

- Demanda de ACS individual por vivienda.
- Sistema de ACS por acumuladores eléctricos. No existe captación solar.
- Calefacción mediante radiadores eléctricos unizona (efecto Joule) en baños, habitaciones y salón.

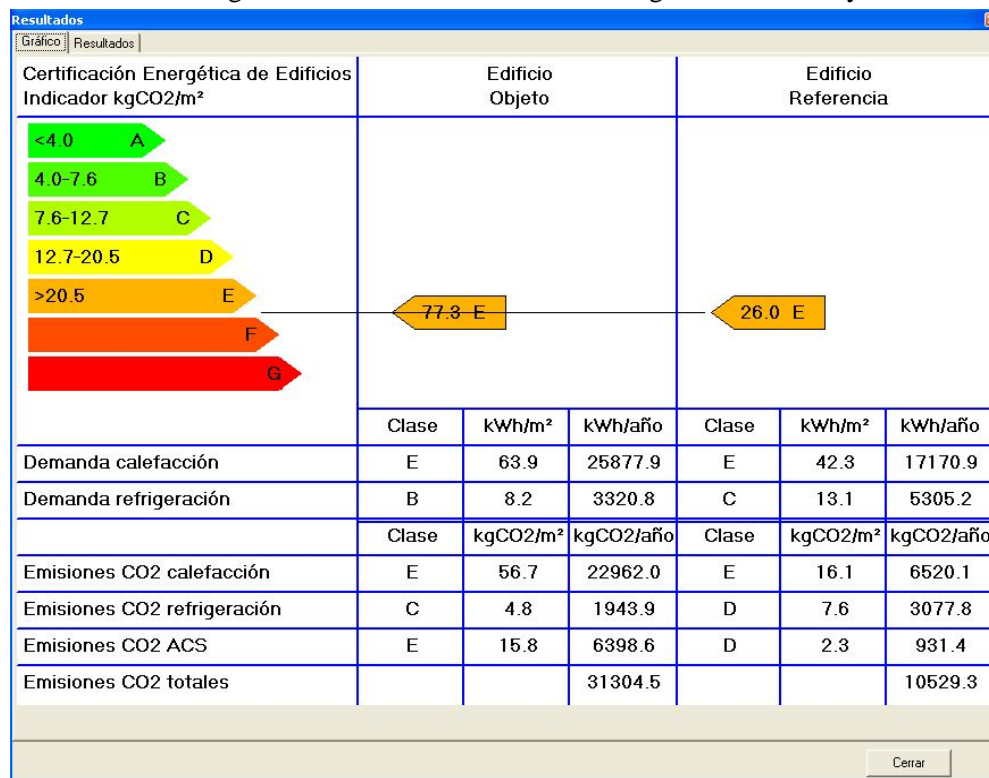
A continuación se muestra la tabla 5 con las definiciones de *Demandas de ACS*, *Equipos* y *Sistemas* introducidas en CALENER para determinar el nivel de eficiencia energética del Edificio Base:

Tabla 5: parámetros introducidos en Calener VyP

PARÁMETROS SISTEMAS CALENER VyP		
Opción Base		
Demanda ACS	Equipos	Sistema
0,66 l/m ² /dia	Acumlador 90L	Sistema independiente de ACS y calefacción
	Caldera eléctrica 2 Kw	
	Radiador eléctrico unizona	

Con estas definiciones se han obtenido los siguientes resultados:

Gráfico 5: gráfico resultados certificación energética Calener VyP



Además, se pueden conocer de forma detallada los consumos de energía primaria, final y emisiones asociadas, tanto por m² como anual, del Edificio Base y del Edificio Referencia.

Gráfico 6: resultados certificación energética Calener VyP

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Demandas	kWh/m²	kWh/año	kWh/m²	kWh/año
Calefacción	63.9	25877.9	42.4	17170.9
Refrigeración	8.2	3320.8	13.1	5305.2

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Consumos Energía Final	kWh/m²	kWh/año	kWh/m²	kWh/año
Calefacción	57.8	23389.6	56.6	22919.6
Refrigeración	4.9	1963.2	7.7	3121.8
ACS	16.1	6524.3	9.0	3636.1
Total	78.7	31877.1	73.3	29677.5

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Consumos Energía Primaria	kWh/m²	kWh/año	kWh/m²	kWh/año
Calefacción	193.3	78285.0	65.6	26580.0
Refrigeración	16.2	6571.0	26.1	10561.0
ACS	53.9	21836.7	8.3	3353.2
Total	263.5	106692.7	100.0	40494.3

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Emisiones	kgCO2/m²	kgCO2/año	kgCO2/m²	kgCO2/año
Calefacción	56.7	22962.0	16.1	6520.1
Refrigeración	4.8	1943.9	7.6	3077.8
ACS	15.8	6398.6	2.3	931.4
Total	77.3	31304.5	26.0	10529.3

Debido a las limitaciones del programa informático no es posible realizar cálculos precisos modificando las condiciones de ocupación y de funcionamiento específicas. Por ello, lo primero es comentar que estos consumos y emisiones que realiza CALENER, están basados en condiciones de ocupación y funcionamiento estándar reguladas por la normativa, y que, por lo tanto, tenemos que tomarlas como un marco de referencia que describe las tendencias de consumo del edificio y sus emisiones asociadas.

Para dar veracidad a los cálculos anteriormente expuestos, se ha comprobado que el valor global de los consumos obtenidos no disten demasiado de los valores de consumo energéticos de referencia descritos en el apartado 3.1.1.

Tabla 6: comparativo consumos energéticos referencia y opción Base

Uso energético	Consumos de referencia		Edificio Base	
	kWh/m2	%	kWh/m2	%
ACS	33.02	43%	16.10	21%
Refrigeración	2.68	3%	4.90	6%
Calefacción	41.36	54%	57.80	75%
TOTAL	77.05	100%	78.80	102%

A la vista del cuadro anterior, se puede comprobar cómo los valores de consumo de energía total son prácticamente los mismos, en cambio las repercusiones de cada uso difieren. Una hipótesis del porqué de la diferencia en la repercusión de la calefacción puede estar en que los valores de referencia son para una vivienda con aislamiento, y la carencia de éste en el Edificio Base declina la balanza de consumo hacia la calefacción. En el caso de refrigeración es similar, añadiendo que el clima balear en época estival puede ser bastante exigente. Por lo que se refiere a la diferencia en el consumo de energía asociado a ACS, la causa puede radicar en que los datos de referencia están basados en una vivienda de 90m² y se desconoce el valor de la demanda de ACS tenida en cuenta, mientras que en el Edificio Base la superficie construida es el doble y la demanda de ACS está calculada en función de dicha superficie; además, también se podría deber a que la temperatura de consigna del agua de red en Baleares se considere menos fría que en los estudios de referencia.

En conclusión, a la vista de los datos anteriormente explicados, las acciones y propuestas de mejora planteadas para reducir el consumo energético del Edificio Base se concretarán en los siguientes criterios:

- Introducir mejoras en los cerramientos verticales y horizontales (tanto opacos como semitransparentes), para reducir principalmente la demanda de calefacción, que de entrada en el Edificio Base tiene una calificación E. En términos de refrigeración el Edificio Base está bastante bien, ya que tiene una calificación energética B.
- Eliminar los sistemas de calefacción y ACS basados en efecto Joule, y substituirlos por otros con mejor rendimiento y con fuentes de energía lo menos impactantes posibles.

3.1.2. Propuestas de mejora, resultados obtenidos y análisis comparativo:

Con vistas a solventar los problemas de demanda derivados de la envolvente térmica, a continuación se expondrán los criterios para realizar las propuestas de mejora. Se han elaborado tres opciones alternativas al estado actual, de las cuales se ha elegido una como definitiva.

La primera, llamada a partir de ahora “*Opción CTE*”, intentará exclusivamente cumplir con los mínimos exigidos por el Código Técnico de la Edificación para edificios de nueva construcción, utilizando valores de transmitancia (U) cerca del límite exigido por la ley. Los valores límite establecidos en el CTE para la zona climática de Edificio Base son:

Imagen 12: valores $U_{\text{límite}}$ para zona climática B3

ZONA CLIMÁTICA B3	
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{\text{Mlim}}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{\text{Slim}}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{\text{Clim}}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{\text{Lim}}: 0,30$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{\text{Hlim}} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

En la segunda opción, llamada a partir de ahora "**Opción DEE**", está basada en el aumento de aislamiento promovido por el Decreto 21/2006 de Ecoeficiencia de la Generalitat de Catalunya, por el cual se regula la adopción de criterios ambientales y de ecoeficiencia en los edificios. En esta normativa el valor límite de U para la parte maciza de los cerramientos verticales es de $0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$. Además, en el artículo 6 apartado i) se establece como medida extra de eficiencia energética una reducción del valor U anterior igual al 30%, quedando como resultado un valor de $U_{\text{Mlímite}}=0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$. Por su lado, el CTE para la zona climática de estudio exige como mínimo un valor de $U_{\text{Mlímite}}$ igual a $0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Así pues, el Decreto 21/2006 de Ecoeficiencia promueve una reducción del valor de U en torno a un 40% respecto del mínimo exigido por el CTE para cerramientos verticales. Para aplicar este principio al resto de cerramientos que componen el edificio en la "**Opción DEE**" se utilizará este 40% para reducir los valores mínimos exigidos por el CTE en cada uno de los tipos de cerramientos (fachadas, suelos y cubiertas) para la zona climática del Edificio Base.

Por último, la opción definitiva, "**Opción Edificio Rehabilitado Energéticamente**", de ahora en adelante llamada "**Opción ERE**", es una combinación de las dos anteriores. Utilizando los valores de U para cerramientos opacos de la "**Opción DEE**", consiguiendo así un nivel de aislamiento adecuado en las parte macizas, y las soluciones adoptadas por la "**Opción CTE**" en los cerramientos semitransparentes, permitiendo así un equilibrio entre aislamiento y captación solar a través de los huecos.

Así pues, el resumen de transmitancias límite para cada una de las opciones de mejora queda de la siguiente manera:

Tabla 7: comparativos valores $U_{\text{límite}}$ por opciones de rehabilitación

	Opción CTE	Opción DEE	Opción ERE
$U_{\text{lim}} \text{ fachadas (w/m}^2\cdot\text{K)}$	0.82	0.49	0.49
$U_{\text{lim}} \text{ suelos (w/m}^2\cdot\text{K)}$	0.52	0.31	0.31
$U_{\text{lim}} \text{ cubiertas (w/m}^2\cdot\text{K)}$	0.45	0.27	0.27
$U_{\text{lim}} \text{ huecos (w/m}^2\cdot\text{K)}$			
N	3.8	3.3	3.8
E/O	4.9	3.3	4.9
S	5.7	3.3	5.7
SE/SO	5.7	3.3	5.7

Aunque en la "**Opción ERE**" se muestren como mínimos exigidos los valores de la "**Opción CTE**" en los huecos, es importante comentar que la comprobación de las transmitancias límite para huecos y lucernarios no ha sido necesaria tenerla en cuenta, ya que, para cualquiera de las opciones calculadas, las mínimas mejoras introducidas en las ventanas hacen que se superen los valores límites exigidos en cualquiera de las normativas.

Por lo que respecta a instalaciones, mencionar que solo se han calculado dos opciones alternativas al Edificio Base: la "**Opción CTE**" y "**Opción ERE**" dado que los datos introducidos en CALENER tanto para la "**Opción DEE**" como para la "**Opción ERE**" son idénticos. En todas las opciones se ha adoptado el mismo criterio, utilizar un *Sistema mixto de calefacción* y ACS usando el suelo radiante como *Unidad terminal*. Las diferencias radican en la energía y la aportación solar atribuida a los *Equipos*. La "**Opción CTE**" utiliza una caldera convencional de combustible fósil, GLP en concreto dado que en la población de ubicación no existe gas natural, con una aportación solar igual al mínimo exigido por la normativa, un 60%; mientras que en la "**Opción ERE**" se ha optado por una caldera de biomasa, la cual conlleva múltiples beneficios a nivel social e industrial así como medioambientales, con una aportación solar igual al 70%, el máximo exigido en cualquiera de las dos normativas utilizadas (CTE y Decret d'Ecoeficiència).

Por otro lado, los criterios a seguir para la elección de materiales se basarán en la siguiente lista de estrategias. La lista está dividida en varias categorías y el criterio a la hora de elegir un material respecto a otro reside en ver cuál de los posibles materiales cumple con más puntos de la lista. La lista es orientativa y flexible, únicamente se han seleccionado los aspectos considerados más relevantes:

a) Tipología del material:

- Utilizar materiales reciclables
- Utilizar materiales reutilizados o reutilizables
- Utilizar materiales reciclados

En la sociedad actual lo que comúnmente llamamos como "reciclado" es en realidad un "infraciclado". En este sentido, el químico alemán Michael Braungart y el arquitecto estadounidense William McDonough están iniciando una segunda revolución industrial. Su modelo industrial se denomina "Cradle to cradle", inspirado en la naturaleza, que no genera residuos porque éstos le sirven de alimento (basura = alimento). "*Cradle to cradle*" (de la cuna a la cuna) es la alternativa al "*cradle to grave*" (de la cuna a la tumba). Consiste en pensar en la basura como comida, es decir, pensar en productos que no deben generar residuos y que pueden incorporarse en el ciclo natural una vez finalizada su vida útil. Por otra parte, según esta estrategia de diseño industrial los productos resultado del reciclaje de residuos deben ser de mejor calidad y menos perjudiciales ambientalmente, se debe "supraciclar" y no "infraciclar". Por todo ello, la estrategia a seguir prima el uso de materiales ya diseñados para ser completamente reciclados en primer lugar (en esta categoría también se incluyen los materiales de origen orgánico que tras su vida útil retornan directamente al medio), materiales reutilizados sin necesidad de tratamiento o que se pueden volver a utilizar con un tratamiento sencillo y de bajo impacto en segundo lugar, y en último lugar materiales reciclados según la concepción actual.

Los materiales que no entren en ninguna de estas características se intentarán evitar, a no ser que resulten imprescindibles.

b) Procedencia del material:

- Utilizar materiales de procedencia local (nivel provincial)
- Utilizar materiales de procedencia nacional (nivel interprovincial/estatal)
- Utilizar materiales de procedencia internacional (nivel europeo/mundial)

Al ser el transporte uno de los sectores que más energía consume, casi un 60% de la energía por sectores requerida en las Baleares, y más emisiones de CO₂ emite, alrededor de un 22% de las emisiones mundiales, cuánto más cercana sea la procedencia de un material, menor será su impacto asociado a este factor. Dado que la procedencia local en la zona donde se ubica el proyecto (Illes Balears) es un mercado reducido, algunos materiales tendrían que obtenerse en lugar más distantes, aunque se procurará evitar todo material procedente del nivel europeo a no ser que resulte inevitable.

c) Características del material:

- Utilizar materiales de larga duración
- Utilizar materiales de bajo impacto ambiental
- Utilizar materiales de baja energía incorporada
- Utilizar materiales que consuman poca energía durante su ciclo de vida
- Etc.

En esta categoría se podrían incluir mucho más criterios, estos son algunos de los más comunes y que en muchos casos ya se empiezan a aplicar a nivel profesional.

A continuación se muestra un breve resumen de las características de las opciones calculadas y se adjuntan los cuadros de composición de cerramiento con los valores de transmitancia térmica:

Tabla 8: resumen características de las opciones calculadas

Opción Base	Cerramientos opacos		Cerramientos semitransparentes	Instalaciones	
	Verticales	Horizontales		Sistema	Aportación solar
	- Sin aislamiento	- Sin aislamiento	Vidrio simple claro de 4 mm	ACS - acumulador eléctrico Calefacción - radiadores eléctrico unizona	0%
Opción CTE	Cerramientos opacos		Cerramientos semitransparentes	Instalaciones	
	Verticales	Horizontales		Sistema	Aportación solar
	- 3,5 cm de aislamiento de lana de oveja ($\lambda=0,04$ W/m°K) (trasdosado exterior)	- 4-7 cm de aislamiento de corcho ($\lambda=0,04$ W/m°K)	Doble cristal claro de 4+12+4 mm	Mixto de calefacción y ACS con caldera de GLP+acumulador+suelo radiante	60%
Opción DEE	Cerramientos opacos		Cerramientos semitransparentes	Instalaciones	
	Verticales	Horizontales		Sistema	Aportación solar
	- 6-7 cm de aislamiento de lana de oveja ($\lambda=0,04$ W/m°K) (trasdosado exterior)	- 7-13 cm de aislamiento de corcho ($\lambda=0,04$ W/m°K)	Doble cristal bajo emisivo de 4+12+6 mm	Mixto de calefacción y ACS con caldera de biomasa+ acumulador+ suelo radiante	70%

Opción ERE	Cerramientos opacos		Cerramientos semitransparentes	Instalaciones	
	Verticales	Horizontales		Sistema	Aportación solar
	- 6-7 cm de aislamiento de lana de oveja ($\lambda=0,04$ W/m ² K) (trasdosado exterior)	- 7-13 cm de aislamiento de corcho ($\lambda=0,04$ W/m ² K)	Doble cristal claro de 4+12+4 mm	Mixto de calefacción y ACS con caldera de biomasa+ acumulador+ suelo radiante	70%

Tabla 9: composición de cerramientos opción Base

Opción base – Cerramientos opacos			
Nombre	U (W/m ² K)	Material	Espesor (m)
PB-Fachadas princ-post-izq	2.64	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
PB-Fachada lateral derecha	2.43	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
P1-Fachada principal-posterior	2.16	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
P1-Fachadas lateral izq	2.05	Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
P1-Fachada lateral derecha	2.43	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Tabiquería y medianera entre viviendas	3.21	Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.060
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Muro caja escalera	2.96	Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Forjado PB	2.17	Piedra artificial	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250

		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Forjado PP-cubierta plana	2.19	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Forjado PP-cubierta inclinada	2.01	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Forjado vestibulo PB	2.17	Piedra artificial	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
Solera	2.94	Piedra artificial	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Hormigón armado $2300 < d < 2500$	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002

Opción base - Huecos		U (W/m²K)
Nombre	Ventanas	5.70
Acristalamiento	VER_M_4	
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico	
% Hueco	20.00	
Permeabilidad m³/hm²	27.00	
Factor solar	0.61	
Nombre	Puertas	5.70
Acristalamiento	VER_M_4	
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico	
% Hueco	15.00	
Permeabilidad m³/hm²	60.00	
Factor solar	0.82	

Tabla 10: composición de cerramientos opción CTE

Opción CTE – Cerramientos opacos			
Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
PB-Fachadas princ-post-izq	0.82	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		Bloque mares	0.200
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
PB-Fachada lateral derecha	0.80	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
P1-Fachada principal-posterior	0.77	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010
P1-	0.79	Yeso, de alta dureza $900 < d < 1200$	0.010

Fachadas lateral izq		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Lana de Oveja	0.025
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.200
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.010
P1-Fachada lateral derecha	0.80	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Tabiquería y medianera entre viviendas	1.98	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Muro caja escalera	1.00	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Lana de Oveja	0.020
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.200
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.010
Forjado PB	1.41	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.100
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP-cubierta plana	0.43	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		Corcho	0.060
		Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP-cubierta inclinada	1.99	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
Forjado locales no calefactados	0.42	Corcho	0.070
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado vestibulo PB	0.51	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Corcho	0.050
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000

		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020
Solera	0.76	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Corcho	0.040
		Hormigón convencional d 1600	0.020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002

Opción CTE – Huecos		U (W/m²K)
Nombre	Ventanas	2.64
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4	
Marco	VER_Madera de densidad media baja	
% Hueco	20.00	
Permeabilidad m³/hm²	27.00	
Factor solar	0.61	
Nombre	Puertas	2.64
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4	
Marco	VER_Madera de densidad media baja	
% Hueco	20.00	
Permeabilidad m³/hm²	60.00	
Factor solar	0.61	

Tabla 11: composición de cerramientos opción DEE

Opción DEE – Cerramientos opacos			
Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
PB-Fachadas princ-post-izq	0.48	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.040
		Bloque mares	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
PB-Fachada lateral derecha	0.47	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.040
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachada principal-posterior	0.46	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.040
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachadas lateral izq	0.47	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Lana de Oveja	0.040
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachada lateral derecha	0.47	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.040
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Tabiquería y	1.98	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

medianera entre viviendas		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Muro caja escalera	1.00	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Lana de Oveja	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Forjado PB	1.41	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.100
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP- cubierta plana	0.26	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		Corcho	0.080
		Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP- cubierta inclinada	1.99	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
Forjado locales no calefactados	0.26	Corcho	0.080
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado vestibulo PB	0.31	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Corcho	0.060
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020
Solera	0.48	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Corcho	0.060
		Hormigón convencional d 1600	0.020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002

Opción DEE - Huecos		U (W/m²K)
Nombre	Ventanas	1.69

Acristalamiento	VER_DB3_4-12-6	
Marco	VER_Madera de densidad media alta	
% Hueco	15.00	
Permeabilidad m³/hm²	27.00	
Factor solar	0.35	
Nombre	Puertas	2.71
Acristalamiento	VER_DC_4-12-6	
Marco	VER_Madera de densidad media alta	
% Hueco	15.00	
Permeabilidad m³/hm²	60.00	
Factor solar	0.35	

Tabla 12: composición de cerramientos opción ERE

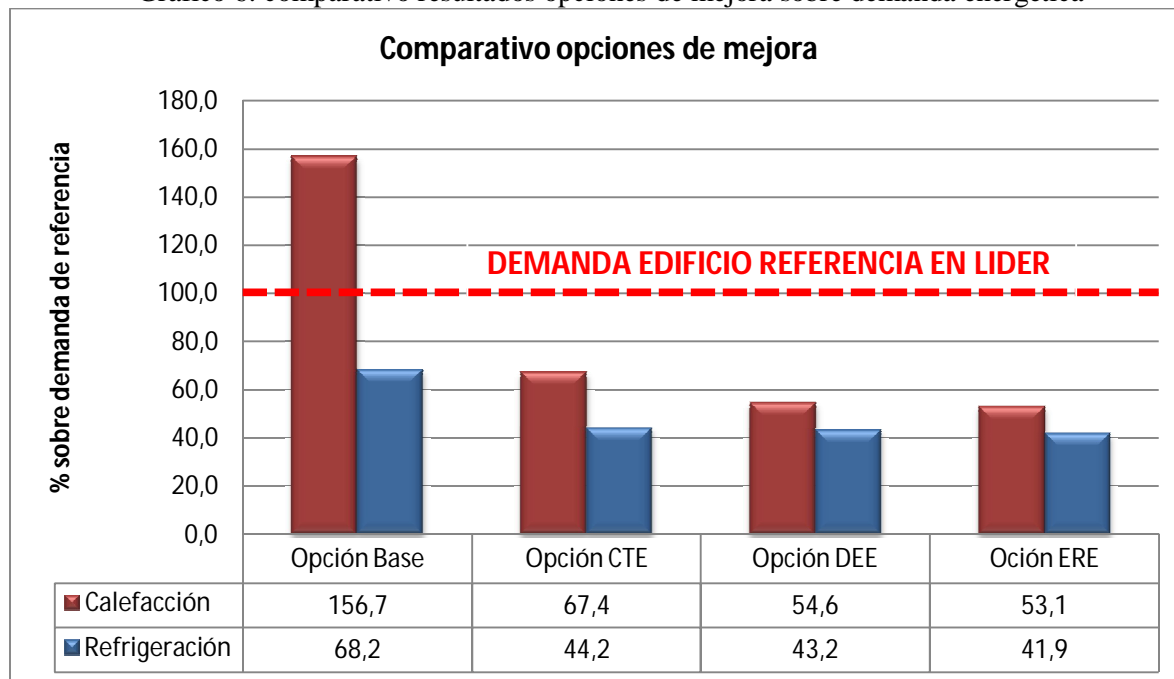
Opción ERE – Cerramientos opacos			
Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
PB- Fachadas princ-post- izq	0.48	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.040
		Bloque mares	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
PB- Fachada lateral derecha	0.47	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.040
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachada principal- posterior	0.46	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.040
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1- Fachadas lateral izq	0.47	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Lana de Oveja	0.040
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachada lateral derecha	0.47	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.040
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Tabiquería y medianera entre viviendas	1.98	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Muro caja escalera	1.00	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Lana de Oveja	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

Forjado PB	1.41	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP-cubierta plana	0.26	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		Corcho	0.080
		Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP-cubiera inclinada	1.99	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
Forjado locales no calefactados	0.26	Corcho	0.080
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado vestibulo PB	0.31	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Corcho	0.060
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020
Solera	0.48	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Corcho	0.060
		Hormigón convencional d 1600	0.020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
Opción ERE - Huecos			U (W/m²K)
Nombre	Ventanas		2.64
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4		
Marco	VER_Madera de densidad media baja		
% Hueco	20.00		
Permeabilidad m³/hm²	27.00		
Factor solar	0.61		
Nombre	Puertas		2.64
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4		
Marco	VER_Madera de densidad media baja		
% Hueco	20.00		
Permeabilidad m³/hm²	60.00		
Factor solar	0.61		

3.1.2.1. Análisis y comparativo de resultados de la demanda energética:

Los resultados obtenidos al simular las opciones explicadas son los siguientes:

Gráfico 6: comparativo resultados opciones de mejora sobre demanda energética



Como se puede observar en el gráfico 6, la opción Base, como se menciona en el apartado 3.1.1.1., rebasa las exigencias de calefacción en algo más del 55% mientras que en refrigeración está por debajo del límite, requiriendo aproximadamente un 30% menos que la demanda de referencia. Como vemos en el comparativo, la calefacción es el principal uso en el que incidir.

Destacar que la opción CTE, a pesar de estar diseñada para cumplir con los límites del CTE, está dimensionada con los valores de la zona climática B3, mientras que LIDER para establecer los valores de $U_{\text{límite}}$ para cada tipología de cerramiento utiliza la zona climática B, que tiene valores menos restrictivos. Por ello los porcentajes de demanda de la opción CTE están por debajo de la demanda de referencia, en concreto un 32,6% en calefacción y un 55,8% en refrigeración.

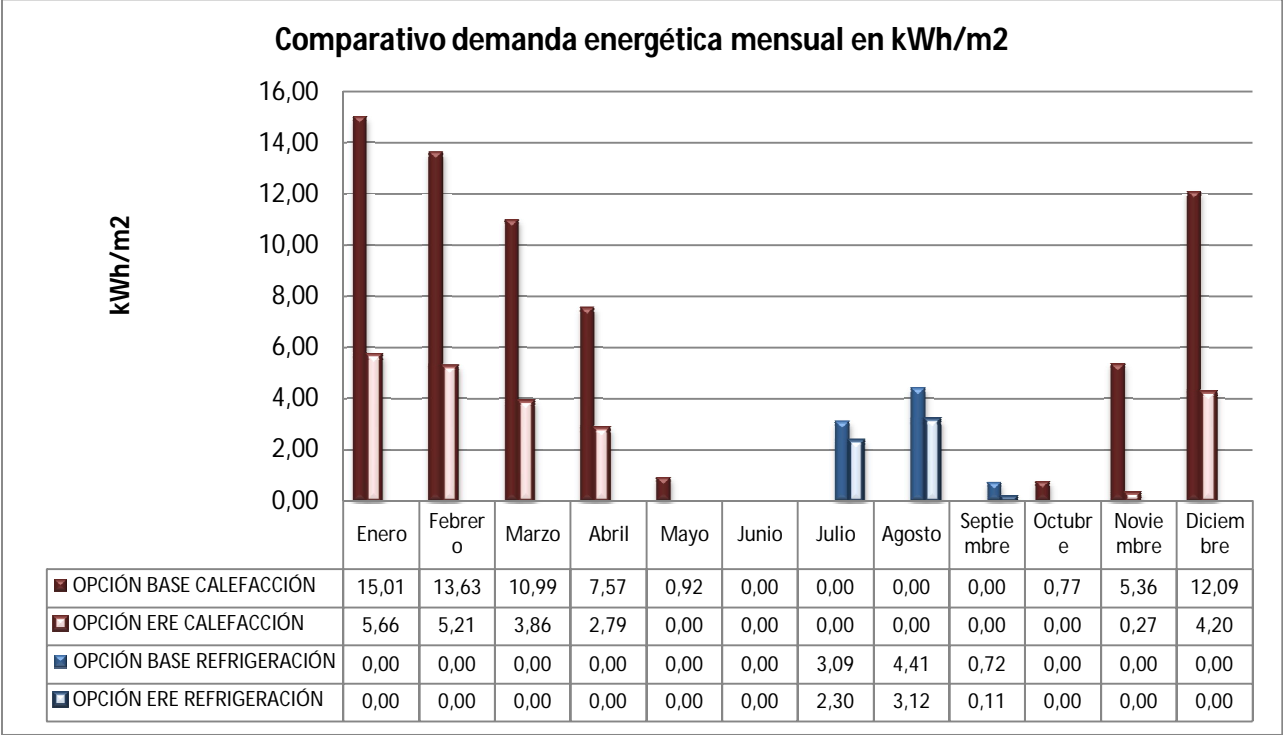
La opción DEE, diseñada para obtener unos coeficientes de transmitancia más exigentes, muestra una reducción en calefacción respecto de la opción CTE del 12,80%, quedando así la demanda de calefacción un 45,4% por debajo de la demanda de referencia. Por otro lado, las mejoras en cerramientos semitransparentes de la opción DEE (vidrios bajos emisivos y con un factor solar corregido de 0,08 en verano y 0,31 en invierno) no influyen demasiado a la hora de reducir la demanda de refrigeración (solo se consigue reducir un 1%), debido a que el aumento de aislamiento en verano tiene el efecto contraproducente de dificultar la disipación del calor de las fuentes internas. En esta opción se consigue que la demanda de refrigeración rebaje la demanda de referencia en un 56,8%.

Finalmente, la opción ERE elegida, que combina los cerramientos opacos aislados siguiendo los criterios de la opción DEE y los huecos estipulados en la opción CTE, es la alternativa que ofrece mayores reducciones en ambas demandas, un 46,9% en calefacción y 58,1% en refrigeración. En temas de calefacción, al tener los cerramientos opacos una capacidad aislante importante y los huecos tener ventanas dobles con vidrio claro que consiguen una U muy por debajo del necesario para el clima mediterráneo, se consigue que las pérdidas por transmisiones sean bajas mientras que las ganancias por radiación solar a través de los vidrios claros ayuden a compensar dichas pérdidas. Por otro lado, en lo que se refiere a refrigeración, al tratarse de vidrios menos aislantes que los bajo emisivos aumenta la disipación de las cargas internas en

verano y, a pesar de ser vidrios claros y dejar pasar más energía cuando reciben sol, con la disposición de las protecciones solares móviles (persiana mallorquina con factor de sombra 0,26), las diferencias en las ganancias generadas por la radiación solar incidente en los vidrios claros, no son demasiado relevantes en verano, porque, como ya se ha mencionado, nuestros esfuerzos conseguirán mejores resultados si actuamos sobre la calefacción.

Finalmente, para establecer los porcentajes de ahorro logrados con la rehabilitación energética, se han analizado una vez más los archivos ocultos de LIDER, comparando los resultados entre la opción Base y la definitiva opción ERE. A continuación se muestran los gráficos comparativos:

Gráfico 7: comparativo demanda energética mensual



También se ha realizado un comparativo sobre el balance térmico del edificio, tanto para la demanda de calefacción como para la de refrigeración. Los resultados del análisis se muestran a continuación:

Gráfico 8: comparativo balance energético en calefacción

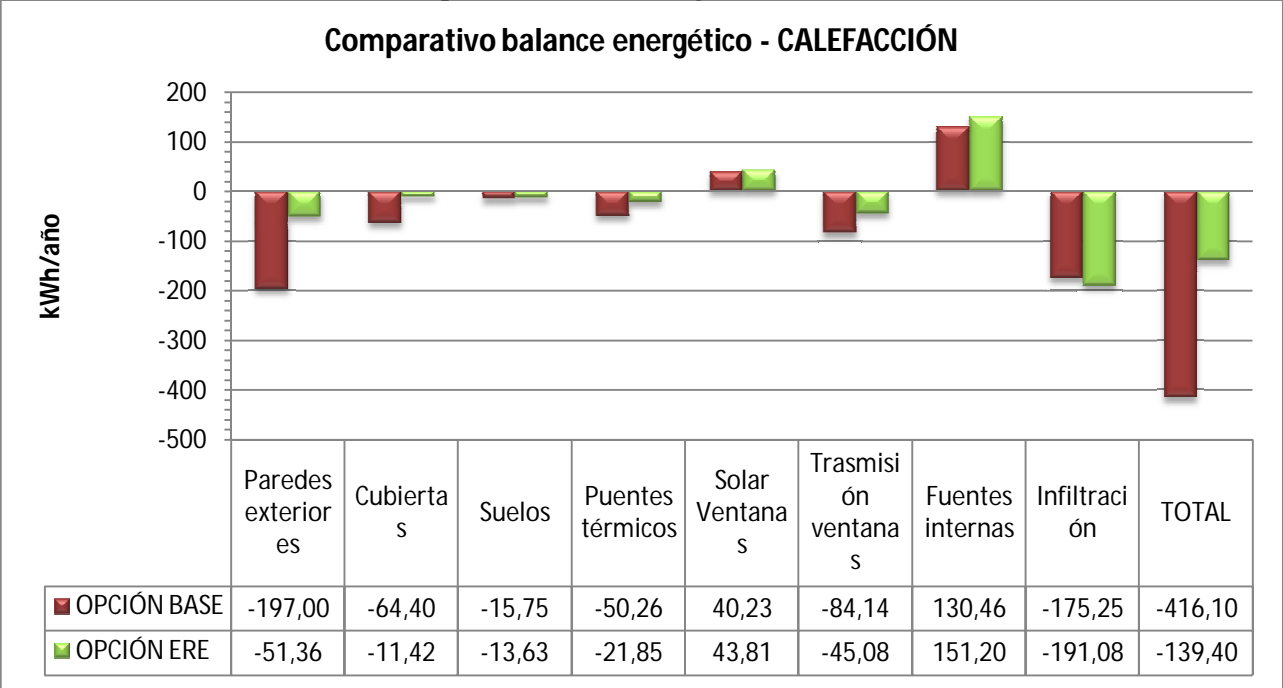
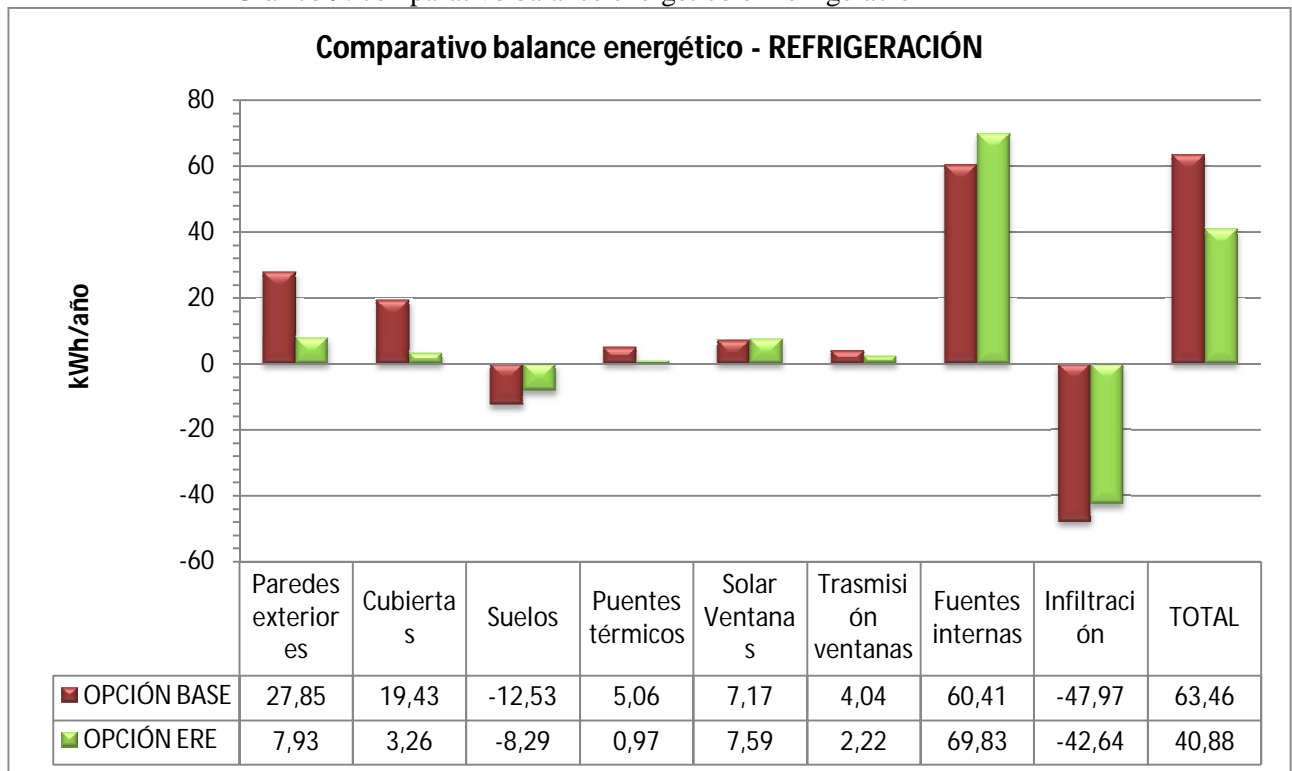
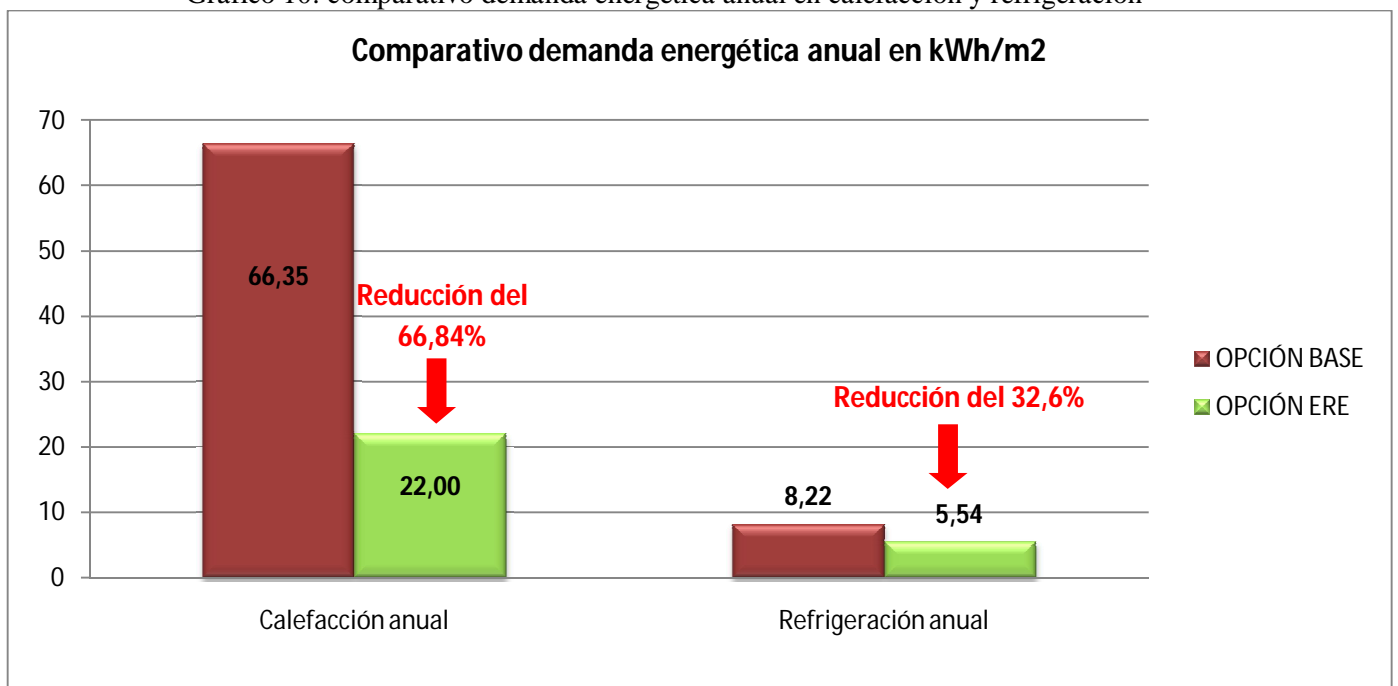


Gráfico 9: comparativo balance energético en refrigeración



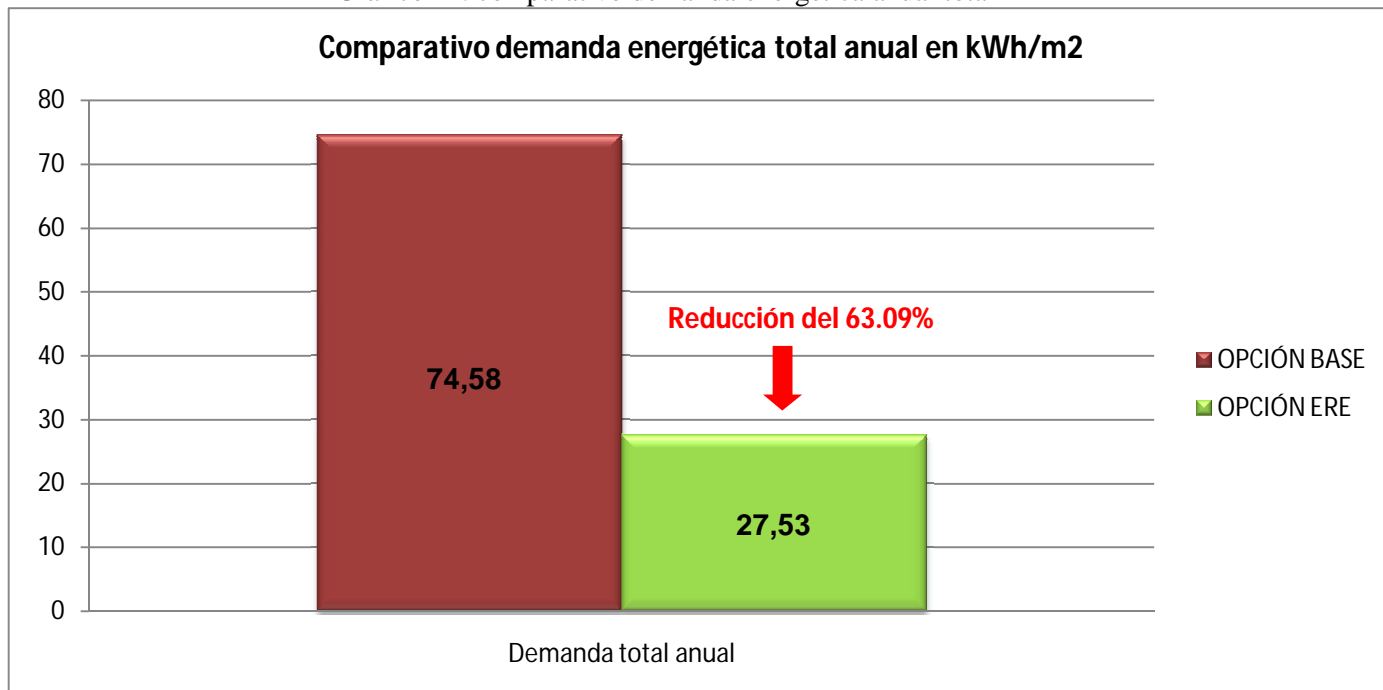
También, se ha realizado un gráfico comparativo de la demanda anual de calefacción y refrigeración por m²:

Gráfico 10: comparativo demanda energética anual en calefacción y refrigeración



Para finalizar, se ha realizado un gráfico comparativo de la demanda anual total por m²:

Gráfico 11: comparativo demanda energética anual total



En cualquier caso, para dar validez a los resultados expuestos, sería necesario comprobar la viabilidad de las soluciones propuestas en otras orientaciones. Como ya se ha comentado en varias ocasiones, la incidencia de la orientación en el consumo de energía asociado a la climatización y el ACS es muy relevante, por ello se han calculado los porcentajes de reducción sobre la demanda de referencia de climatización con el programa informático LIDER para cada una de las ocho orientaciones básicas (sur, suroeste, oeste, noroeste, norte, noreste, este y sureste). La orientación del Edificio Base es la sur, que, como es obvio, es donde mejores resultados se obtienen.

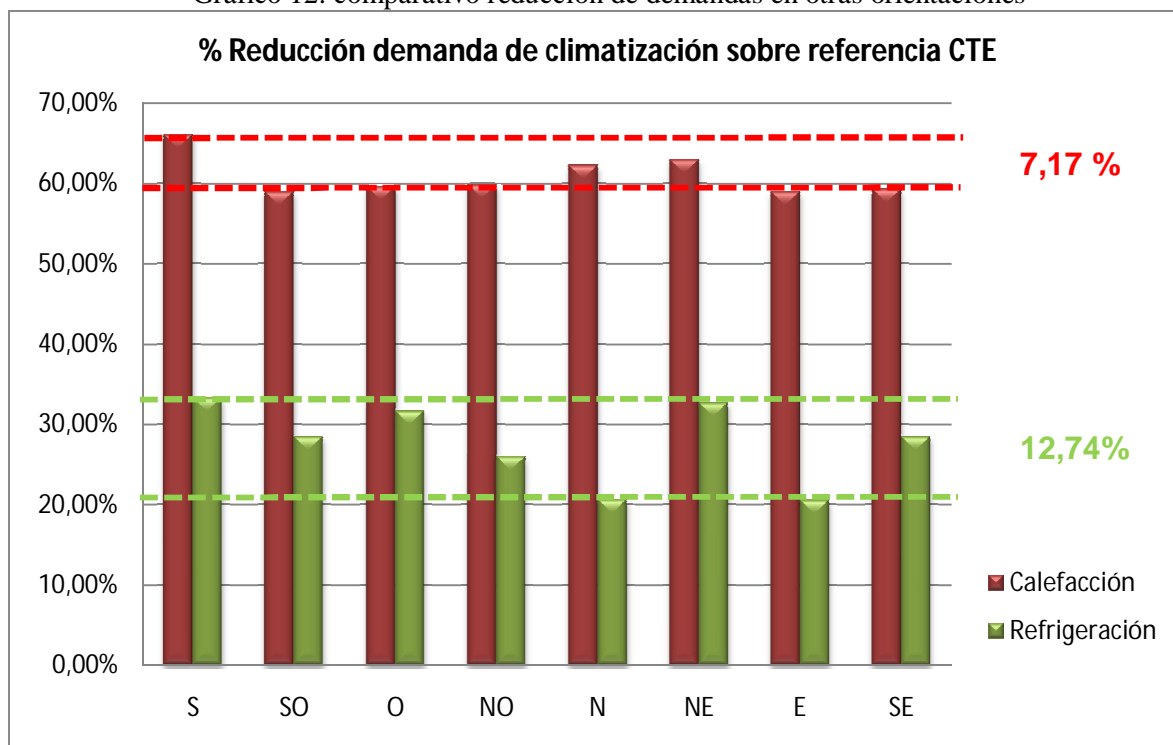
Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 13: comparativo comprobación de soluciones en otras orientaciones

Orientación	% DEMANDA CLIMATIZACIÓN SOBRE REFERENCIA CTE					
	Opción Base		Opción ERE		Reducción	
	Calefacción	Refrigeración	Calefacción	Refrigeración	Calefacción	Refrigeración
S	156,7	62,8	53,1	41,9	66,11%	33,28%
SO	157,1	63,9	64,5	45,7	58,94%	28,48%
O	159,7	62,2	64,5	42,5	59,61%	31,67%
NO	163,2	62,8	65,5	46,5	59,87%	25,96%
N	170,9	63,1	64,5	50,1	62,26%	20,60%
NE	175,1	69,4	64,9	46,7	62,94%	32,71%
E	160,3	62,8	65,8	49,9	58,95%	20,54%
SE	162,3	61,8	66,1	44,2	59,27%	28,48%

Edificio Base

Gráfico 12: comparativo reducción de demandas en otras orientaciones



Como se puede observar, los datos expuestos confirman la importancia de la orientación en los resultados. Aún así las diferencias máximas entre la mejor y la peor orientación en cada uno de los usos no son extremadamente altas, quedándose esta máxima diferencia en un 7,17% en calefacción y un 12,74% en refrigeración. De todas maneras, como la proporción de demanda de energía de calefacción es mayor que la demanda de refrigeración, este casi 13% de diferencia reduce su importancia relativa respecto de los resultados totales, y por lo tanto se considera que la desviación de resultados en la incidencia de la orientación es asumible.

En conclusión, a la vista de los datos y gráficos expuestos, con la opción ERE se consiguen los objetivos de reducir de manera significativa la demanda de calefacción y también en una proporción nada despreciable la de refrigeración.

En el siguiente apartado se analizarán los resultados obtenidos en consumo energético y emisiones de efecto invernadero para cubrir las demandas requeridas.

3.1.2.2. Análisis de resultados del consumo energético y emisiones de CO₂ asociadas:

Como se explica en el apartado 3.1.2., se han establecido dos alternativas al Edificio Base. Los sistemas introducidos y los resultados obtenidos al simular ambas opciones se muestran a continuación.

Tabla 14: parámetros introducidos en Calener VyP opción CTE

PARÁMETROS SISTEMAS CALENER VyP		
Opción CTE		
Demanda ACS	Equipos	Sistema
0,66 l/m ² /día	Acumlador 90L	Sistema mixto de calefacción y ACS
	Caldera GLP 20 Kw	
	Suelo radiante	

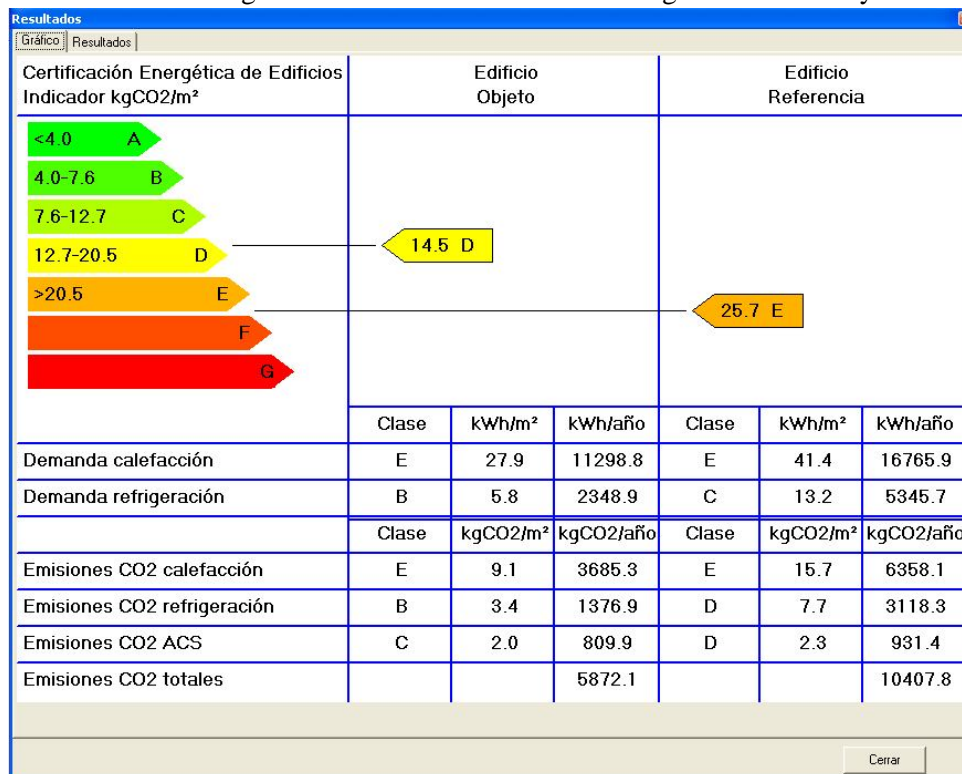
Tabla 15: parámetros introducidos en Calener VyP opción DEE

PARÁMETROS SISTEMAS CALENER VyP		
Opción ERE		
Demanda ACS	Equipos	Sistema
0,66 l/m2/dia	Acumlador 90L	Sistema mixto de calefacción y ACS
	Caldera biomasa 29Kw	
	Suelo radiante	

Como se puede ver en la tabla 14 anteriores, para la opción CTE se ha optado por un Sistema mixto de calefacción y ACS con caldera de GLP de 20kW, acumulador de 90 litros, suelo radiante como unidad terminal y 60% de aportación solar.

Con la definición de este sistema se han obtenido lo siguientes resultados en CALENER VyP:

Gráfico 13: gráfico resultados certificación energética Calener VyP



Así mismo, en la hoja de resultados se muestran también los valores de consumo de energía primaria y final tanto para el edificio objeto como para el edificio de referencia:

Gráfico 14: resultados certificación energética Calener VyP

		Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Demandas		kWh/m²	kWh/año	kWh/m²	kWh/año
Calefacción		22.0	8909.4	41.4	16765.9
Refrigeración		5.5	2227.4	13.2	5345.7
		Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Consumos Energía Final		kWh/m²	kWh/año	kWh/m²	kWh/año
Calefacción		36.8	14921.1	55.4	22428.5
Refrigeración		3.3	1319.0	7.8	3146.4
ACS		6.5	2612.5	9.0	3636.1
Total		46.6	18852.5	72.1	29211.1
		Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Consumos Energía Primaria		kWh/m²	kWh/año	kWh/m²	kWh/año
Calefacción		36.8	14921.1	64.2	26010.6
Refrigeración		10.9	4414.5	26.3	10644.4
ACS		6.5	2612.5	8.3	3353.2
Total		54.2	21948.1	98.8	40008.2
		Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Emisiones		kgCO2/m²	kgCO2/año	kgCO2/m²	kgCO2/año
Calefacción		0.0	0.0	15.7	6358.1
Refrigeración		3.2	1295.9	7.7	3118.3
ACS		0.0	0.0	2.3	931.4
Total		3.2	1295.9	25.7	10407.8

En segundo lugar se ha calculado la opción ERE (tabla 15). Del mismo modo que en la opción CTE, se ha optado por un Sistema mixto de calefacción y ACS, en este caso con caldera de biomasa de 29kW, acumulador de 90 litros, suelo radiante como unidad terminal y una contribución solar al ACS de un 70%.

Con la definición de este sistema se han obtenido los siguientes resultados en CALENER VyP:

Gráfico 15: gráfico resultados certificación energética Calener VyP

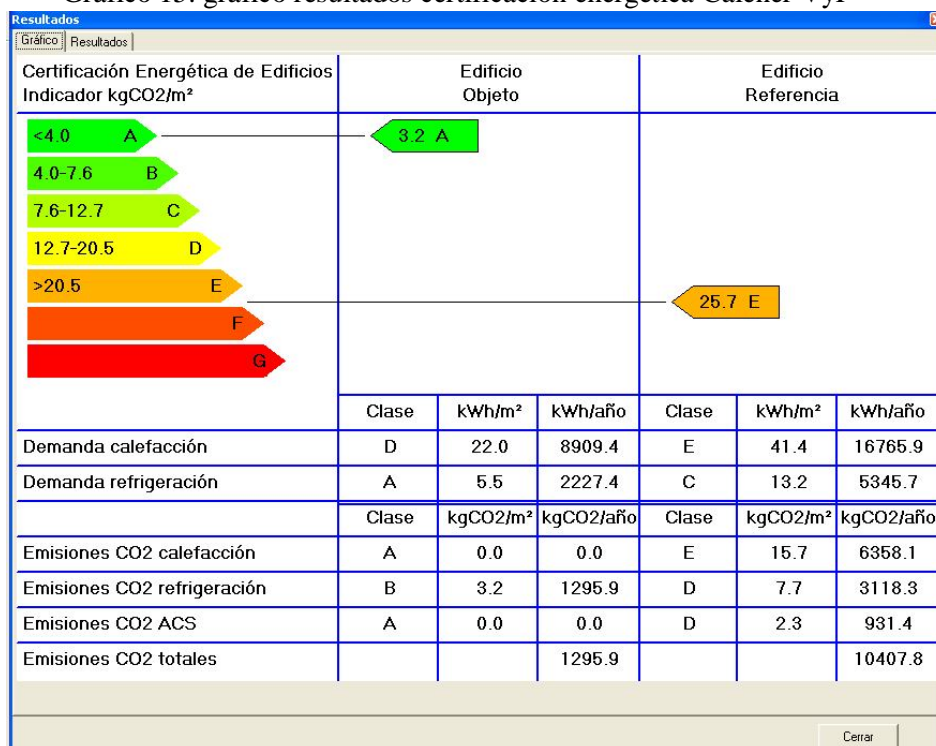


Gráfico 16: resultados certificación energética Calener VyP

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Demandas	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	27.9	11298.8	41.4	16765.9
Refrigeración	5.8	2348.9	13.2	5345.7

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Consumos Energía Final	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	37.4	15136.7	55.4	22425.1
Refrigeración	3.4	1390.2	7.8	3145.6
ACS	8.2	3321.3	9.0	3636.1
Total	49.0	19848.2	72.1	29206.8

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Consumos Energía Primaria	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	40.4	16362.8	64.2	26006.7
Refrigeración	11.5	4652.9	26.3	10641.4
ACS	8.9	3590.3	8.3	3353.2
Total	60.8	24606.0	98.8	40001.3

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
Emisiones	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Calefacción	9.1	3685.3	15.7	6358.1
Refrigeración	3.4	1376.9	7.7	3118.3
ACS	2.0	810.0	2.3	931.4
Total	14.5	5872.1	25.7	10407.8

En concordancia con lo expuesto en el apartado 3.1.1., es necesario matizar que, debido a las limitaciones del programa informático CALENER, no se pueden tomar estos valores como los necesarios para el dimensionamiento de las instalaciones climáticas del edificio, ya que estos consumos y emisiones que realiza CALENER, están basados en condiciones de ocupación y funcionamiento estándar reguladas por la normativa, y que, por lo tanto, tenemos que tomarlas como un marco de referencia que describe las tendencias de consumo del edificio y sus emisiones asociadas.

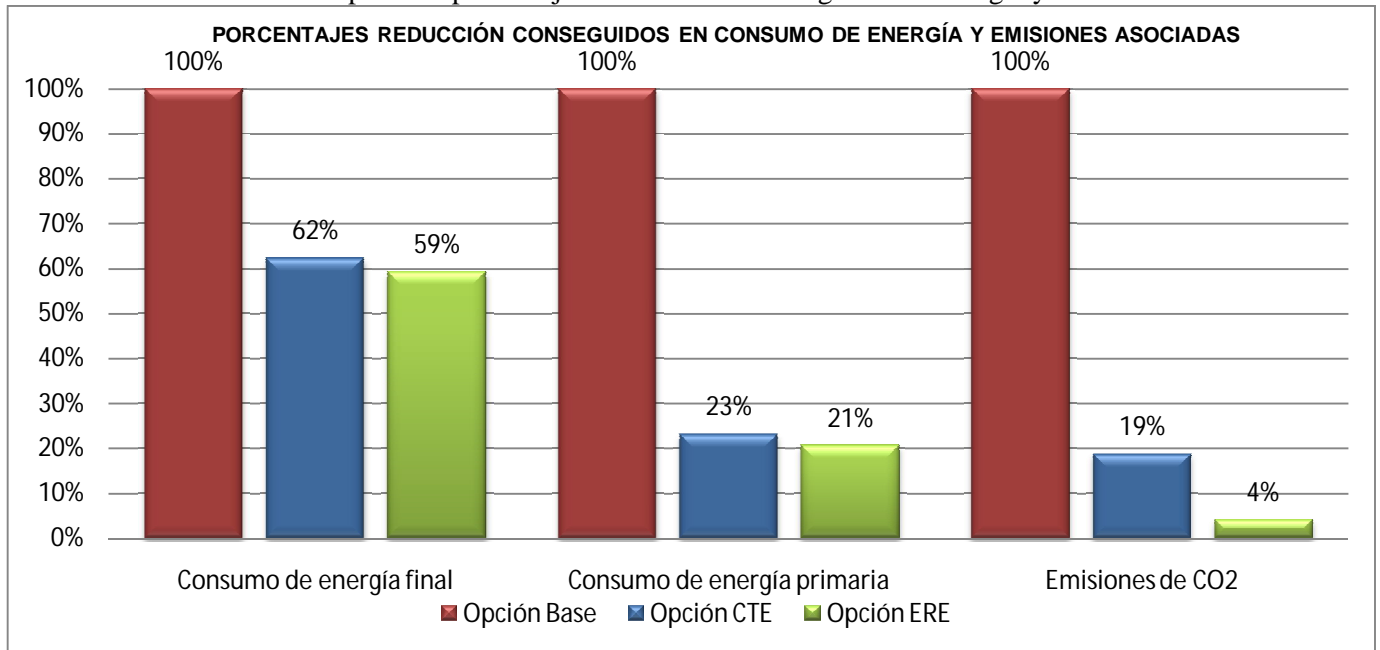
Asimismo, también es importante mencionar que al no establecer sistemas activos el software utiliza valores de consumo y emisiones predeterminados asociados a un sistema de refrigeración estándar. El estudio de mecanismos pasivos como la ventilación cruzada y la instalación de ventilación mecánica en interiores, que CALENER no permite tener en cuenta, podrían cubrir la poca demanda que requiere el edificio rehabilitado; aunque dada la complejidad para calcular los porcentajes ahorrados de manera adecuada, se ha optado por dejarlo fuera de los cálculos de este estudio.

Seguidamente se muestran los comparativos de los resultados de CALENER entre las tres opciones, el edificio Base, la opción CTE y la opción ERE:

Tabla 16: comparativo opciones CALENER VyP

COMPARATIVO OPCIONES CALENER VyP								
	Opción Base		Opción CTE		Opción ERE		Diferencia	
Concepto	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año	kWh/m ²	kWh/año
Consumo de energía final	78.70	31877.10	49.0	19848.2	46.60	18,852.50	59%	59%
Consumo de energía primaria	263.50	106692.70	60.80	24606.00	54.20	21,948.10	21%	21%
Emisiones de CO ₂	77.30	31304.50	14.50	5872.10	3.20	1,295.90	4%	4%

Gráfico 17: comparativo porcentajes de reducción conseguidos en energía y emisiones



Conclusiones:

Vistos los resultados obtenidos en las simulaciones de LIDER y CALENER VyP, podemos asegurar que la opción ERE cumple con los objetivos de este proyecto, cuando menos en los usos de calefacción, refrigeración y ACS. Por un lado se ha cumplido el objetivo de reducir de manera significativa la demanda del edificio, reduciendo la demanda total de energía un **63,09%**, así como consiguiendo unas reducciones de un **66,84%** en calefacción y un **32,6%** en refrigeración. Así mismo la elección de sistemas más eficientes de climatización y ACS, basados por completo en energías renovables, hacen que el consumo de energía final se reduzca en un **41%**, el consumo de energía primaria en un **79%** y las emisiones de CO₂ asociadas en un **96%**, completando así otro objetivo del proyecto, que era obtener una calificación energética A ó B. En este caso se ha conseguido una **calificación A**.

4. EFECTOS DURANTE EL CICLO DE VIDA

A partir de los cálculos y resultados expuestos en los apartados anteriores, y con el objetivo de realizar un análisis global de los beneficios y desventajas de la rehabilitación energética (ERE), se ha creído conveniente analizar los valores totales en un plazo de 50 años, tiempo que habitualmente se toma como vida útil en edificios de viviendas.

Los aspectos analizados han sido el *Ahorro de energía*, el *Ahorro en emisiones de CO₂* y el *Análisis estimativo de los costes económicos*. Por un lado observar los ahorros energéticos logrados nos permitirá evaluar el tiempo de amortización que requeriría una intervención como la planteada en este proyecto, ya que, económicamente hablando, con el más que posible encarecimiento de la energía en el futuro cuando la escasez de combustibles fósiles se haga más importante, una vivienda que demande muy poca energía será necesaria para que pueda ser viable ejecutarla.

Por otro lado están los ahorros conseguidos en emisiones de CO₂, expresados en TCO₂/m², expresan la cantidad de partículas de dióxido de carbono emitidas a la atmosfera asociadas a la energía gastada en los procesos de climatización y ACS. El valor que tiene calcular estas emisiones radica en que las *Emisiones de CO₂* se han convertido en uno de los indicadores más importantes en el mundo para evaluar la calidad ambiental de un proyecto en el que se quieran estudiar la energía gastada, el consumo de recursos no renovables o su repercusión en el cambio climático, entre otras muchas variables. Por ello, la reducción de las emisiones de efecto invernadero está en muchos planes de gobiernos, empresas, ONG's y cada vez más está llegando más a partes de la sociedad.

Con las estrategias adoptadas en la opción ERE se han conseguido los objetivos de reducir significativamente la demanda respecto del Edificio Base y conjuntamente se ha obtenido una calificación energética A, dado que el aporte de calefacción y ACS (las mayores demandas energéticas del edificio) se han cubierto con energía solar térmica y biomasa, con lo cual las emisiones de CO₂ asociadas a esos conceptos han sido cero.

A continuación se presenta un cuadro con una síntesis de los consumos a nivel de edificio de energía final, primaria y emisiones de CO₂ por año, así como los consumos y los ahorros en cada categoría durante su uso posterior que puede prolongarse durante 50 años. Para facilitar la comprensión y la magnitud de las cantidades ahorradas se ha optado por utilizar las unidades de TCO₂ y MWh para reflejar los resultados de las emisiones y consumos.

Tabla 17: comparativo ahorro energía y emisiones

COMPARATIVO AHORROS ENERGÍA Y EMISIONES						
	Opción Base		Opción ERE		Diferencia	
Concepto	MWh/año	MWh/ciclo vida	MWh/año	MWh/ciclo vida	MWh/año	MWh/ciclo vida
Consumo de energía final	31.88	1593.86	18.85	942.6	13.02	651.23
Consumo de energía primaria	106.69	5334.64	21.95	1097.4	84.74	4237.23
	TCO2/año	TCO2/ciclo vida	TCO2/año	TCO2/ciclo vida	TCO2/año	TCO2/ciclo vida
Emisiones de CO2	31.30	1565.23	1.30	64.8	30.01	1500.43

4.1. AHORRO ENERGÉTICO

Como se puede observar en el comparativo anterior, con las medidas adoptadas en la opción ERE el total de energía final consumida por el edificio en un año es de 18,85 MWh, lo que representa un 41% de ahorro (13,02 MWh/año) sobre la energía necesitada en la opción Base.

Gráfico 18: ahorro energía final en un año



En la actualidad, el mundo se enfrenta a una dura crisis energética que está favoreciendo a la inestabilidad del sistema económico y por ende al sistema capitalista. Una crisis energética es una gran carestía (o una subida de precio) en el suministro de fuentes energéticas a una economía. Normalmente hace referencia a una disminución de la disponibilidad de petróleo u otros recursos naturales. La crisis repercute en el resto de la economía, provocando una recesión en alguna forma. En particular, los costes de producción de electricidad crecen, lo que eleva los costes de las manufacturas. Para el consumidor el precio de la energía aumenta, lo que le lleva a una reducción de sus gastos y a una menor confianza. En una economía de mercado el precio de los productos energéticos, tales como el petróleo, el gas o la electricidad se comportan según un principio de oferta y demanda que puede ocasionar cambios repentinos en el precio de la energía cuando éstas cambian.

Por ello, el ahorro de energía debe ser uno de los pilares del cambio, ya que, hasta que el paso a las renovables esté bien afianzado, la energía cada vez será más escasa y, en consecuencia, más cara.

Siguiendo en esta línea, dada la coyuntura económica actual, es interesante indicar que el déficit comercial de España está en aumento. La situación ideal para una economía y para un país sería que no tuviera que importar nada del exterior, que fuera autosuficiente, pero este no es el caso de la economía española ya que al cierre del año 2010 muestra un aumento del déficit comercial de España del 4,2%.

Este aumento del déficit comercial de España del 4,2% con respecto al año 2009, se traduce en que la diferencia entre importaciones y exportaciones ascendió hasta 52.283 millones de euros. La principal partida causante de que la economía española haya incrementado su déficit comercial es la referente a la energía, ya que España ha tenido que importar más petróleo derivado del déficit energético que posee, lo que unido al incremento de los precios del petróleo, explican el aumento del déficit comercial.

Además, según los datos revelados por el Banco de España este año 2011, muestran que la tendencia es seguir aumentando este déficit energético. En este sentido, los datos del primer trimestre del año muestran que el déficit comercial de España subió el 3,3 % con respecto al

mismo periodo de 2010 y alcanzó los 12.770,5 millones de euros, con un incremento del déficit energético del 30,4 %. En cuanto a las importaciones, las de productos energéticos, el principal sector importador del periodo con una cuota del 20,9 % sobre el total, crecieron el 38,4 %. Asimismo, se registraron incrementos del 43 % en las compras de petróleo y derivados y del 20,9 % en las de gas.

Por si fuera poco, el clima de inestabilidad política y social en el norte de África y la consecuente subida de los precios del petróleo también afectan a las cuentas externas españolas. El déficit comercial generado por la compra de energía ha alcanzado los 3.978 millones de euros en enero, lo que supone un alza de un 11% si se compara con diciembre de 2010 y un salto de un 53% en un año. En los últimos meses, los precios del crudo comenzaron a aumentar tras las primeras protestas populares en diciembre en Túnez. Después, la revuelta popular llegó a Egipto en enero y a Libia en febrero.

Con el aumento de los costes para comprar combustibles, la participación del sector energético en la balanza comercial es cada vez más grande. En enero un 80,7% de las importaciones españolas fueron de ítems de este sector, es decir, por cada euro pagado por los españoles para comprar productos extranjeros como alimentos, coches electrónicos, máquinas y ropas, el país ha importado 4,19 euros en energía.

Otro dato negativo que se extrae del balance comercial español es que, en un año de crecimiento nulo, la intensidad energética ha crecido un 2,4%. La economía española, aún sin crecer, necesita consumir más energía para producir sus bienes y servicios, es decir, es menos competitiva en costes energéticos.

Esta mayor ineficiencia energética pone de manifiesto que las políticas de ahorro son insuficientes y que el modelo que practican las compañías distribuidoras se basa exclusivamente en incentivar el mayor consumo. La paradoja es que habiendo avanzado en la penetración de las renovables sigamos siendo el país con mayor dependencia e intensidad energética de nuestro entorno. Las importaciones de gas y petróleo son dos terceras partes de nuestro déficit comercial, 34.500 millones de euros, que van a ser muchos más en 2011 por el encarecimiento de los hidrocarburos y por su mayor consumo. Así, el coste más insostenible de nuestro sistema energético es el de la dependencia energética y el que nos convierte en un país vulnerable de Europa.

El avance de las renovables indica que en España se está produciendo un cambio de modelo energético y las tensiones entre fuentes, la inestabilidad regulatoria y los continuos ataques a las renovables solo representan las resistencias a ese cambio. En el mundo ha comenzado ya la transición de las fuentes fósiles y la nuclear hacia las renovables. En España lo tenemos todo: recurso ilimitado, autóctono y a coste cero, industria y tecnología propias, una red capaz de integrar las renovables, empresas dinámicas e internacionalizadas y una valiosa competencia para convertir las renovables en cada vez más competitivas frente al freno impuesto por la actual regulación.

El futuro de las renovables está en su integración en la edificación, el urbanismo y el transporte. La generación distribuida va a permitir que la eólica, la fotovoltaica, la termosolar, la biomasa o la geotermia se integren en el día a día de nuestros hogares y nuestras empresas. Las nuevas directivas europeas de renovables y eficiencia energética de edificios describen las medidas y objetivos de ese futuro. Viviendo estos días los inciertos e inasumibles costes del petróleo, del gas y del riesgo nuclear, la apuesta por las renovables es una cuestión de sentido común y de visión estratégica.

Como dato interesante, comentar que la Fundación Renovables ha propuesto un cumplimiento ambicioso de las directivas europeas, con objetivos del 30% en consumo de renovables, ahorro de energía y de reducción de emisiones para 2020, un cambio regulatorio que dé seguridad a la inversión privada y otro modelo de negocio que incentive el ahorro y la eficiencia energética.

Así pues, para realizar una aproximación de la reducción de energía que se podría conseguir con este tipo de intervenciones en el ámbito insular y su repercusión en la balanza comercial de España, se ha elaborado un cálculo aproximado de la cantidad de energía final y dinero ahorrado

que se conseguiría en el parque inmobiliario balear si fuera rehabilitado como se propone en este proyecto.

Para el ahorro económico, se han utilizado los valores de IPC para energía de los últimos 10 años (INE, 2010), con ellos se ha estimado un porcentaje de inflación medio y éste se aplicará en el cálculo durante los próximos 50 años.

Además, para el cálculo solo se ha utilizado la inflación, aunque en el ahorro económico también tenga su repercusión, por ejemplo, el encarecimiento de la energía comentado anteriormente. Lo que se pretende con este cálculo es observar las mejoras conseguidas en un escenario futuro, teniendo en cuenta una evolución similar a los últimos diez años, pero en un plazo de 50, asumiendo que la inflación se mantendrá dentro de esta media durante este período, lo cual implica que estos cálculos estarán del lado de la seguridad, ya que con casi total seguridad en un escenario futuro más realista existirían muchos otros aspectos que mejorarían los resultados de ahorros económicos que a continuación se muestran:

- Cálculo de la tasa de inflación media:

Tabla 18: evolución IPC energía últimos 10 años

INE - Electricidad, gas y otros combustibles (variación de las medias anuales)									
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
-1.10%	1.30%	1.90%	6.30%	9.80%	1.90%	10.40%	-1.80%	6.30%	3.89%

- Ahorro energético del parque inmobiliario incluido en este estudio en un año:

$$13,02 \text{ MWh/vivienda} \times 96.465 \text{ viviendas} = 1.256.418,04 \text{ MWh/año} = \mathbf{1.256,42 \text{ GWh/año}}$$

- Ahorro económico del parque inmobiliario incluido en este estudio en un año:

$$1.256,42 \text{ GWh/año} = 1.256.418.040 \text{ kWh/año} * 0,204 \text{ €/kWh} = \mathbf{256.309.279,96 \text{ €/año}}$$

Nota: para el precio de la energía se ha considerado como energía final la electricidad, dado que es la fuente principal de energía en las viviendas incluidas en el ámbito de aplicación. El precio está calculado a fecha de Mayo de 2011 con impuestos incluidos.

Con estos datos, los cálculos de ahorros para los próximos 50 años han dado los resultados siguientes:

Tabla 19: resumen ahorros energéticos y económicos en 50 años

Año	Ahorro energético(GWh)	Ahorro económico (€)
1	1,256.42	256,309,279.96
Acumulado en 50	62,820.90	39,284,601,420.99

Como vemos, la magnitud de estos valores es realmente significativa. El ahorro económico derivado del ahorro energético en un año, algo más de 256 millones de euros, representa una reducción del orden 0,49% del déficit comercial de España en 2010. Si comparamos los datos de ahorro con los valores del producto interior bruto de las Baleares y del Estado Español, este valor representa el 0,96% de PIB de las Islas Baleares en 2010, y lo que es aún más sorprendente, supone a su vez una reducción de 0,024% sobre el PIB estatal en 2010.

Por su parte el ahorro económico en 50 años, más de 39 mil millones de euros, suponen casi un 3,70% de PIB español en 2010, lo cual es superior a la reducción del PIB español por la crisis económica que azota el país desde 2008 (aproximadamente un -2,30%).

Cierto es que estos datos son imprecisos, extraídos de cálculos muy simples y en un plazo de 50 años donde es muy difícil poder prever lo que puede pasar, pero interpretándolos como lo que son, aproximaciones macroeconómicas, estos datos nos permiten entender la importancia de conseguir una autosuficiencia energética, cuyo principal pilar es reducir nuestra demanda de energía hasta los límites de autoproducción energética que tiene nuestro país.

4.2. EMISIONES DE EFECTO INVERNADERO

Con las medidas tenidas en cuenta en este proyecto el total de emisiones de CO₂ que se liberan a la atmósfera es de 1.30 TCO₂ al año, lo que representa un 4% de las emisiones que se emitirían durante un año si el Edificio Base permaneciese inalterado, es decir, ahorramos un total de 30.01 TCO₂ lo que equivale a un 96% de las emisiones.

Gráfico 19: ahorro emisiones de CO₂ en un año



Las emisiones de efecto invernadero son uno de los indicadores más claros para evaluar el impacto ambiental de cualquier proyecto. Del mismo modo, el impacto ambiental en otras escalas (local, nacional, internacional o global) también utiliza este indicador para evaluar el impacto ambiental.

En esta línea apareció el Protocolo de Kyoto, que tiene como objetivo la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero para evitar una interferencia antropogénica peligrosa con el sistema climático. Fue adoptado por la ONU y promueve una reducción de emisiones contaminantes, principalmente CO₂.

Con este protocolo lo que se intenta es reducir las concentraciones de gases de efecto invernadero, para así evitar las consecuencias de un calentamiento global. Este término es utilizado para referirse al fenómeno del aumento de la temperatura media global, de la atmósfera terrestre y de los océanos.

El calentamiento global está asociado a un cambio climático que puede tener causa antropogénica o no. El principal efecto que causa el calentamiento global es el efecto invernadero, fenómeno que se refiere a la absorción por ciertos gases atmosféricos (principalmente CO₂) de parte de la energía que el planeta debería disipar. El efecto invernadero natural que estabiliza el clima de la Tierra no es cuestión que se incluya en el debate sobre el calentamiento global. Sin este efecto invernadero natural las temperaturas caerían de manera abrupta y la vida, tal como la conocemos, no sería posible. Para que este efecto se produzca, son necesarios estos gases de efecto invernadero, pero en proporciones adecuadas. Lo que preocupa a los climatólogos es que una elevación de esa proporción producirá un aumento de la temperatura debido al calor atrapado en la baja atmósfera.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) sostiene que: “la mayoría de los aumentos observados en la temperatura media del globo desde la mitad del siglo XX, son muy probablemente debidos al aumento observado en las concentraciones de GEI antropogénicas”. En el último informe, utilizando diversos modelos climáticos presentados por el IPCC, se indica que es probable que temperatura global de la superficie, aumente entre 1,1 a 6,4 °C durante el siglo XXI. Además, los registros de emisión actuales suponen que el nivel de

los océanos aumentará 1,3 metros en 70 años, según el Banco Mundial, lo que afectaría a los 350 millones de personas que habitan en zonas que quedarían anegadas.

Para evaluar esta tendencia y sus posible consecuencias, en 2006 se elaboró el *Informe Stern* sobre el impacto del cambio climático y el calentamiento global sobre la economía mundial. Este informe marcó un hito histórico al ser el primer informe encargado por un gobierno a un economista en lugar de a un climatólogo. En sus principales conclusiones afirman que se necesita una inversión equivalente al 1% del PIB mundial para mitigar los efectos del cambio climático y que de no hacerse dicha inversión el mundo se expondría a una recesión que podría alcanzar el 20% del PIB global.

En cualquier caso, las perspectivas no son demasiado alentadoras en ese aspecto, ya que el 80% de las emisiones previstas en el sector energético para 2020 ya están garantizadas, es decir, proceden de centrales que están en marcha o en construcción y que tendrán capacidad para emitir más de tres cuartas partes del total de emisiones de dióxido de carbono permitidas para la próxima década.

En cualquier caso, los ahorros propuestos con este proyecto fomentan una reducción muy importante de las emisiones de efecto invernadero, con lo cual se estaría ayudando en este sentido a cumplir con el objetivo del *Informe Stern*, invertir dinero hoy para evitar una inversión mucho mayor dentro de unos años.

- Ahorro de emisiones del parque inmobiliario incluido en este estudio en un año:

$$30,01 \text{ TCO}_2/\text{vivienda} \times 96.465 \text{ viviendas} = \mathbf{2.894.779,60 \text{ TCO}_2/\text{año}}$$

Con estos datos, los cálculos de ahorros para los próximos 50 años han dado los resultados siguientes:

Tabla 20: resumen ahorro TCO₂ en 50 años

Año	Ahorro emisiones(TCO ₂)
1	2,894,779.60
50	144,738,979.95

En este caso también se observa que la magnitud de los valores conseguidos es realmente significativa si aplicamos las propuestas de este proyecto a todas las viviendas de su ámbito de aplicación. El ahorro en emisiones de CO₂ en un año, casi 2,9 millones de toneladas de CO₂, representa una reducción del orden del 1% de las emisiones que se le imputaron a la totalidad de España en el año 2007 (304,603,000 TCO₂).

Por su parte el ahorro de emisiones en 50 años, casi 145 millones de toneladas de CO₂, suponen un 0,60% de las emisiones antropogénicas mundiales emitidas en 2007.

Del mismo modo que en el análisis del ahorro energético, estos cálculos son solo aproximaciones que permiten observar la magnitud de los cambios propuestos, para intentar aportar avances al cambio de modelo energético al que estamos abocados.

4.3. ANÁLISIS ESTIMATIVO DE LA AMORTIZACIÓN ECONÓMICA Y ENERGÉTICA

Una vez observadas las connotaciones de este proyecto a nivel macroeconómico y su repercusión sobre el cambio climático, a continuación se intentará mostrar el periodo de amortización económico y energético estimado para la propuesta de rehabilitación contenida en este documento.

Igualmente que en el resto de apartados, la situación económica y energética actual está en continuo cambio, con lo cual establecer las hipótesis futuras del precio de la energía, con la incertidumbre que existe, es muy difícil. Por ese motivo, se han tomado algunas consideraciones para simplificar dichas hipótesis.

Como el edificio existente funciona únicamente con energía eléctrica, el valor monetario para la energía ahorrada será el del precio de la electricidad (€/kWh). En ese sentido, es conveniente comentar que actualmente la generación de energía eléctrica en el mundo entero sigue dependiendo en gran parte de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) que, por un lado, empiezan a escasear, y, por otro, son sumamente contaminantes.

Otro aspecto importante a tener en cuenta tiene que ver con la naturaleza física de los recursos energéticos y es la idea de que para producir energía para la sociedad se necesita invertir previamente una energía. El concepto de Tasa de Retorno Energético se convierte en algo necesario que estudiar.

Aunque no hay acuerdos unánimes en los cálculos de las diferentes TREs para los diferentes recursos, sí parece que hay consenso en que los combustible no renovables tienen una tendencia a largo plazo a ir disminuyendo su TRE con el tiempo (a pesar de la mejora tecnológica) y hay estudios que indican además que para algunos de ellos como el petróleo y el gas natural se asiste a un descenso rápido reciente.

4.3.1. Amortización económica:

Para el cálculo de la amortización económica, el primer paso es aproximar un valor de inversión necesario para acometer y mantener las propuestas presentadas durante los 50 años incluidos en el ciclo de vida. Para ello, se han realizado dos presupuestos económicos estimativos: el primero que se refiere a la intervención necesaria para mantener el Edificio Base inalterado durante 50 años, es decir, la intervención necesaria para conservar los condicionantes de cálculo introducidos en las herramientas informáticas para la Opción Base; y el segundo, que se refiere al presupuesto económico aplicado al modelo de rehabilitación de la Opción ERE. A continuación se muestran los resúmenes por capítulos de cada uno de los presupuestos comentados, (los presupuestos completos se pueden consultar en el Anexo):

Presupuesto económico opción Base

<i>Código</i>	<i>Ud</i>	<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>ImpPres</i>
D01		DEMOLICIONES	1.000	31,518.68
D06		CUBIERTAS	1.000	24,133.48
D09		REVOCOS Y ENLUCIDOS	1.000	31,262.82
D10		SOLADOS Y ALICATADOS	1.000	44,476.25
D11		CANTERIA Y PIEDRA ARTIFICIAL	1.000	52,905.37
D23		ACRISTALAMIENTOS	1.000	1,302.53
D14		OBRAS VARIAS	1.000	10,888.79

(ALBAÑILERIA)				
D15	CARPINTERIA METÁLICA	1.000	4,017.12	
D18	INSTALACIONES	1.000	1,116.48	
D24	PINTURA	1.000	8,325.66	
SUBTOTAL		1.000	209,947.18	
Mantenimiento			3,349.44	
TOTAL			213,296.62	
Presupuesto económico opción ERE				
Código	Ud	Resumen	Cantidad	Total
D01		DEMOLICIONES	1.000	31,518.68
D06		CUBIERTAS	1.000	24,133.48
D09		REVOCOS Y ENLUCIDOS	1.000	31,262.82
D10		SOLADOS Y ALICATADOS	1.000	44,476.25
D11		CANTERIA Y PIEDRA ARTIFICIAL	1.000	52,905.37
D12		AISLAMIENTOS	1.000	27,295.84
D23		ACRISTALAMIENTOS	1.000	1,963.40
D14		OBRAS VARIAS (ALBAÑILERIA)	1.000	10,888.79
D15		CARPINTERIA DE MADERA	1.000	11,269.77
D18		INSTALACIONES	1.000	95,736.46
D24		PINTURA	1.000	8,325.66
SUBTOTAL		1.000	339,776.52	
Mantenimiento			95,736.46	
TOTAL			435,512.98	

Así pues, la inversión realizada con objetivo de ahorro energético será la diferencia entre el presupuesto de la Opción Base y el presupuesto de la Opción ERE. En este caso en concreto, la inversión sin contar el mantenimiento asciende a un total de **129,829.34 €**

Una vez conocida la inversión, el siguiente paso para calcular la amortización económica, debe ser averiguar el ahorro económico acumulado. Del mismo modo que en el apartado 4.1, se han utilizado los valores de IPC para energía de los últimos 10 años (INE, 2010). Ahora bien, la baja de 1,80% del año 2009 que se puede observar en la tabla 18 se debe a la caída abrupta del precio del petróleo que surgió a causa de una reducción de la demanda unida a múltiples factores provocados por la coyuntura económica actual. Por ello, para establecer el porcentaje del IPC medio para los próximos 50 años, se ha interpolado un valor entre los años 2008 y 2010 para el año 2009 y se ha calculado nuevamente el tipo de interés (tabla 21), ya que teniendo en cuenta

las previsiones futuras, es poco probable que el precio de la energía vuelva a caer de manera tan considerable. Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

- Cálculo de la tasa de inflación media:

Tabla 21: evolución IPC energía últimos 10 años adaptada

INE - Electricidad, gas y otros combustibles (variación de las medias anuales)									
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
-1.10%	1.30%	1.90%	6.30%	9.80%	1.90%	10.40%	8.35%	6.30%	5.02%

- Ahorro energético por vivienda y año:

13,02 MWh

- Ahorro económico por vivienda y año:

$$13,02 \text{ MWh} = 13.024,60 \text{ kWh} * 0,204 \text{ €/kWh} = \mathbf{2,657.02 \text{ €/año}}$$

Nota: para el precio de la energía se ha considerado como energía final la electricidad, dado que es la fuente principal de energía en las viviendas incluidas en el ámbito de aplicación. El precio está calculado a fecha de Mayo de 2011 con impuestos incluidos.

A partir de los datos de ahorro y el IPC se ha desarrollado la siguiente tabla de amortización:

Tabla 22: evolución ahorros económicos anuales y acumulados según escenario planteado

Año	%IPC		Ahorro (€/año)	Ahorro total (€)	Ahorro acumulado (€)
1	0.0502	1.050	2,657.02	2,657.02	2,657.02
2	0.0502	1.050	2,657.02	2,930.48	5,587.50
3	0.0502	1.050	2,657.02	3,077.59	8,665.09
4	0.0502	1.050	2,657.02	3,232.08	11,897.17
5	0.0502	1.050	2,657.02	3,394.33	15,291.50
6	0.0502	1.050	2,657.02	3,564.73	18,856.23
7	0.0502	1.050	2,657.02	3,743.68	22,599.91
8	0.0502	1.050	2,657.02	3,931.61	26,531.53
9	0.0502	1.050	2,657.02	4,128.98	30,660.51
10	0.0502	1.050	2,657.02	4,336.25	34,996.76
11	0.0502	1.050	2,657.02	4,553.93	39,550.69
12	0.0502	1.050	2,657.02	4,782.54	44,333.23
13	0.0502	1.050	2,657.02	5,022.62	49,355.86
14	0.0502	1.050	2,657.02	5,274.76	54,630.62
15	0.0502	1.050	2,657.02	5,539.55	60,170.17
16	0.0502	1.050	2,657.02	5,817.64	65,987.81
17	0.0502	1.050	2,657.02	6,109.68	72,097.50
18	0.0502	1.050	2,657.02	6,416.39	78,513.89
19	0.0502	1.050	2,657.02	6,738.49	85,252.38
20	0.0502	1.050	2,657.02	7,076.77	92,329.15
21	0.0502	1.050	2,657.02	7,432.02	99,761.17
22	0.0502	1.050	2,657.02	7,805.11	107,566.27
23	0.0502	1.050	2,657.02	8,196.92	115,763.20
24	0.0502	1.050	2,657.02	8,608.41	124,371.61
25	0.0502	1.050	2,657.02	9,040.55	133,412.16

**Sin
mantenimiento**

26	0.0502	1.050	2,657.02	9,494.39	142,906.55
27	0.0502	1.050	2,657.02	9,971.01	152,877.55
28	0.0502	1.050	2,657.02	10,471.55	163,349.10
29	0.0502	1.050	2,657.02	10,997.22	174,346.32
30	0.0502	1.050	2,657.02	11,549.28	185,895.60
31	0.0502	1.050	2,657.02	12,129.06	198,024.66
32	0.0502	1.050	2,657.02	12,737.93	210,762.59
33	0.0502	1.050	2,657.02	13,377.38	224,139.97
34	0.0502	1.050	2,657.02	14,048.92	238,188.90
35	0.0502	1.050	2,657.02	14,754.18	252,943.07
36	0.0502	1.050	2,657.02	15,494.84	268,437.91
37	0.0502	1.050	2,657.02	16,272.68	284,710.59
38	0.0502	1.050	2,657.02	17,089.57	301,800.16
39	0.0502	1.050	2,657.02	17,947.46	319,747.63
40	0.0502	1.050	2,657.02	18,848.43	338,596.05
41	0.0502	1.050	2,657.02	19,794.62	358,390.67
42	0.0502	1.050	2,657.02	20,788.31	379,178.98
43	0.0502	1.050	2,657.02	21,831.88	401,010.86
44	0.0502	1.050	2,657.02	22,927.84	423,938.70
45	0.0502	1.050	2,657.02	24,078.82	448,017.52
46	0.0502	1.050	2,657.02	25,287.58	473,305.10
47	0.0502	1.050	2,657.02	26,557.01	499,862.11
48	0.0502	1.050	2,657.02	27,890.17	527,752.29
49	0.0502	1.050	2,657.02	29,290.26	557,042.55
50	0.0502	1.050	2,657.02	30,760.63	587,803.18

Con
mantenimiento

En primer lugar se representan los años de vida útil y en segundo lugar el porcentaje de inflación sobre el precio de la energía utilizado en el cálculo. A continuación, se muestra una columna con el ahorro económico anual, otra con la cantidad de euros ahorrada anualmente aplicando el tipo de interés, y finalmente el valor de ahorro acumulado año tras año.

Como se puede observar en la tabla 22, el año 50, pasado el periodo establecido como vida útil, el ahorro total económico es de 587,803.18 €. Así pues, dado que la inversión realizada, es de 129,829.34 €, el **año 25** después de la ejecución de la obra ya se habría amortizado dicha inversión.

De todos modos, la durabilidad de las instalaciones y otros componentes es menor de los 50 años de vida útil que puede tener la piel del edificio. Este coste de mantenimiento no se ha tenido en cuenta en los presupuestos totales, pero como estimación, podemos utilizar el valor del capítulo de instalaciones como costes de mantenimiento y sustitución. En la Opción Base, al ser los sistemas de climatización y ACS muy básicos, su coste de sustitución y mantenimiento y su durabilidad (unos 15 años) no son muy elevados, por ello se ha utilizado el valor del capítulo de instalaciones multiplicado por un factor 3, dado que en 50 años dichos sistemas se tendrán que renovar probablemente como mínimo tres veces, quedando como resultado de coste de mantenimiento 3,349.44 € en cambio para la Opción ERE, el uso de sistemas basados en energías renovables poco asentados en el mercado conlleva una suma muy superior en cuanto a costes de mantenimiento y sustitución, aunque su durabilidad también es mayor (unos 25 años), por ello en 50 años se ha asumido que dichos sistemas se tendrán que renovar como mínimo una vez, dando como resultado de coste de mantenimiento 95,736.46 €

De esta forma, contando los costes de mantenimiento, el importe total de la inversión a realizar asciende a **222,216.36 €**, ampliándose el periodo necesario para amortizarla hasta los **33 años** (tabla 22).

4.3.2. AMORTIZACIÓN ENERGÉTICA

Ahora bien, si analizamos los periodos de amortización energética, la cosa cambia. En primer lugar decir que la amortización energética consiste en calcular cuántos años se tarda en recuperar la energía que se debe invertir en la rehabilitación del edificio comparada con el ahorro de energía que se consigue.

Para ello, se ha procedido de la misma manera que en la amortización económica, eso es, primero aproximar un valor de inversión necesario para acometer y mantener las propuestas presentadas durante los 50 años incluidos en el ciclo de vida, para posteriormente compararlo con el ahorro energético acumulado año a año. Este cálculo nos ofrecerá un resultado de similar significado a la Tasa de Retorno Energético explicada anteriormente.

A continuación se muestran los resúmenes por capítulos de cada uno de los presupuestos comentados, (los presupuestos completos se pueden consultar en el Anexo). Los valores en kWh contenidos en los presupuestos energéticos han sido extraídos de la base de datos del ITEC:

Presupuesto energético opción Base				
Código	Ud	Resumen	CanPres	kWhPres
D01		DEMOLICIONES	1.000	32,636.22
D06		CUBIERTAS	1.000	30,236.79
D09		REVOCOS Y ENLUCIDOS	1.000	21,680.18
D10		SOLADOS Y ALICATADOS	1.000	89,523.02
D11		CANTERÍA Y PIEDRA ARTIFICIAL	1.000	5,239.37
D23		ACRISTALAMIENTOS	1.000	2,191.72
D14		OBRAS VARIAS (ALBAÑILERÍA)	1.000	28,130.98
D15		CARPINTERÍA METÁLICA	1.000	48,080.43
D18		INSTALACIONES	1.000	1,708.36
D24		PINTURA	1.000	11,918.34
SUBTOTAL			1.000	271,345.41
Mantenimiento				5125.08
TOTAL				276,470.49

Presupuesto energético opción ERE

<i>Código</i>	<i>Ud</i>	<i>Resumen</i>	<i>CanPres</i>	<i>kWhPres</i>
D01		DEMOLICIONES	1.000	32,636.22
D06		CUBIERTAS	1.000	30,236.79
D09		REVOCOS Y ENLUCIDOS	1.000	21,680.18
D10		SOLADOS Y ALICATADOS	1.000	89,523.02
D11		CANTERIA Y PIEDRA ARTIFICIAL	1.000	5,239.37
D12		AISLAMIENTOS	1.000	39,002.70
D23		ACRISTALAMIENTOS	1.000	4,998.22
D14		OBRAS VARIAS (ALBAÑILERIA)	1.000	28,130.98
D15		CARPINTERIA DE MADERA	1.000	15,142.74
D18		INSTALACIONES	1.000	23,807.44
D24		PINTURA	1.000	11,918.34
SUBTOTAL			1.000	302,316.00
Mantenimiento				23,807.44
TOTAL				326,123.44

Como se puede observar en la tabla 23, el año 50, pasado el periodo establecido como vida útil, el ahorro total energético es de 651,230 kWh. Entonces, dado que la inversión realizada, es de **30,970.59 kWh**, el **año 3** después de la ejecución de la obra ya se habría amortizado dicha inversión.

Igualmente, contando los costes de mantenimiento, el importe total de la inversión a realizar asciende a **49,652.95 kWh**, ampliándose ligeramente el periodo necesario para amortizarla hasta los **4 años**.

Tabla 23: evolución ahorros energéticos anuales y acumulados según escenario planteado

Año	Ahorro (kWh/año)	Ahorro acumulado (kWh)
1	13,024.60	13,024.60
2	13,024.60	26,049.20
3	13,024.60	39,073.80
4	13,024.60	52,098.40
5	13,024.60	65,123.00
6	13,024.60	78,147.60
7	13,024.60	91,172.20
8	13,024.60	104,196.80
9	13,024.60	117,221.40
10	13,024.60	130,246.00
11	13,024.60	143,270.60
12	13,024.60	156,295.20

Sin mantenimiento
Con mantenimiento

13	13,024.60	169,319.80
14	13,024.60	182,344.40
15	13,024.60	195,369.00
16	13,024.60	208,393.60
17	13,024.60	221,418.20
18	13,024.60	234,442.80
19	13,024.60	247,467.40
20	13,024.60	260,492.00
21	13,024.60	273,516.60
22	13,024.60	286,541.20
23	13,024.60	299,565.80
24	13,024.60	312,590.40
25	13,024.60	325,615.00
26	13,024.60	338,639.60
27	13,024.60	351,664.20
28	13,024.60	364,688.80
29	13,024.60	377,713.40
30	13,024.60	390,738.00
31	13,024.60	403,762.60
32	13,024.60	416,787.20
33	13,024.60	429,811.80
34	13,024.60	442,836.40
35	13,024.60	455,861.00
36	13,024.60	468,885.60
37	13,024.60	481,910.20
38	13,024.60	494,934.80
39	13,024.60	507,959.40
40	13,024.60	520,984.00
41	13,024.60	534,008.60
42	13,024.60	547,033.20
43	13,024.60	560,057.80
44	13,024.60	573,082.40
45	13,024.60	586,107.00
46	13,024.60	599,131.60
47	13,024.60	612,156.20
48	13,024.60	625,180.80
49	13,024.60	638,205.40
50	13,024.60	651,230.00

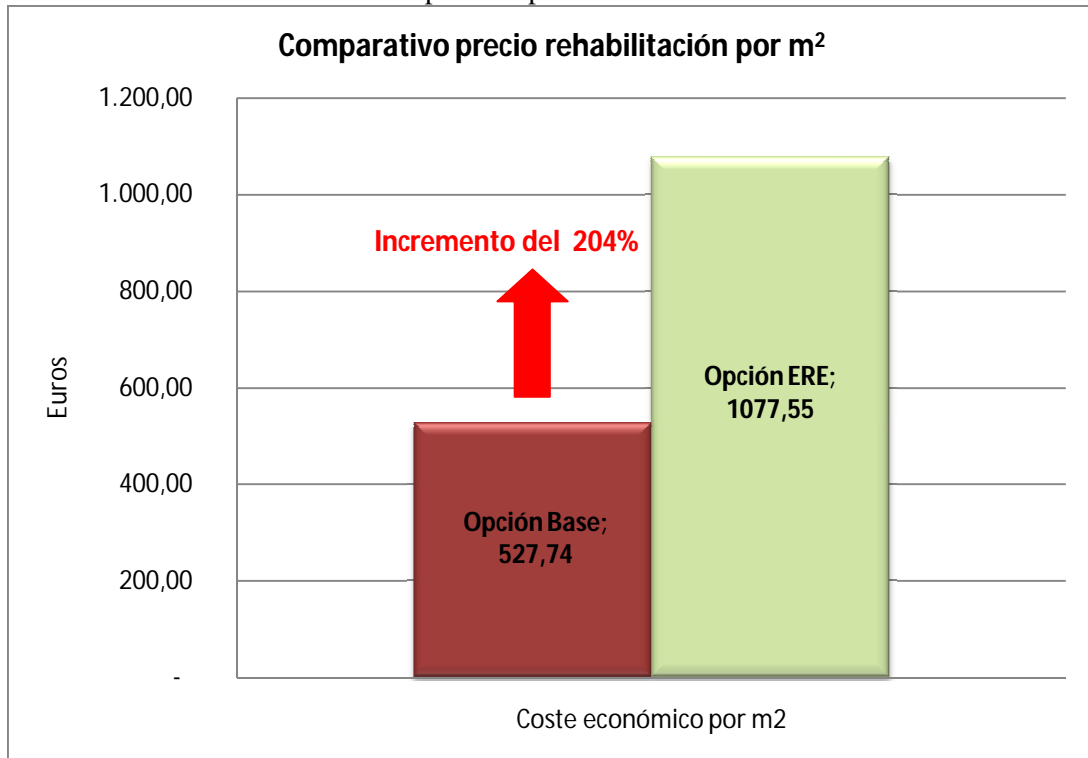
En la tabla 23 anterior se representa en primer lugar los años de vida útil y en segundo lugar el ahorro energético en un año. Finalmente, se muestra una columna con el ahorro de energía acumulado año tras año.

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones principales extraídas del presente estudio se enumeran a continuación:

- **La rehabilitación energética trae consigo una gran cantidad de ventajas directas e indirectas.** Como se ha demostrado a lo largo del trabajo, la rehabilitación energética conlleva ventajas directas en temas energéticos, económicos y de efecto sobre el cambio climático, pero además, si se enfoca atendiendo no solamente al ahorro de energía durante el uso del edificio, sino también al origen y fabricación de los materiales y sistemas empleados, tiene otras ventajas indirectas como la generación de empleo, colaborar en mejorar el bienestar social, desarrollar la actividad y la industria local para fabricación de materiales, etc. Por ello se considera que, a pesar de las limitaciones impuestas por la falta de información disponible y por las herramientas utilizadas, la metodología empleada y los resultados obtenidos cumplen con las expectativas y objetivos planteados.
- **Los límites de las herramientas y normativas públicas limitan la capacidad de actuación a la hora de obtener y analizar resultados.** Al ser los valores mínimos exigidos y las herramientas de cálculo utilizadas en este proyecto de origen público, por un lado la legislación estatal representada por el Código Técnico de la Edificación y por otro la única legislación local en aspectos ambientales representada por el Decret d'Ecoeficiència de la Generalitat de Catalunya, la limitación de actuación es evidente. Los procedimientos y programas informáticos de titularidad privada son de una complejidad superior y persiguen objetivos más ambiciosos. Por ello, en el proceso de cambio de modelo energético en el que nos encontramos inmersos la legislación debería reflejar de mejor manera la coyuntura energética actual, haciendo por ejemplo aplicable la ley a un mayor número de proyectos, promocionando unos valores mínimos más restrictivos o fomentando el uso de herramientas de cálculo de un nivel más exigente.
- **La envolvente térmica y, en consecuencia, la demanda energética del edificio son el eje principal de actuación.** La demanda del edificio es el primer lugar en el que actuar, y para ello los esfuerzos deben ir encaminados a mejorar la piel del edificio. Además, con unas pequeñas y sencillas intervenciones, tan elementales como introducir aislamientos y mejorar los huecos, se consigue adaptar gran parte de las edificaciones incluidas en este proyecto a unos valores de demanda adecuados. Además, la inversión en la piel con el objetivo de reducir la demanda es más segura que las inversiones relacionadas con los sistemas de climatización y ACS. Ello se debe a que la inversión en aislamientos, vidrios, etc. es una inversión de larga duración, ya que, por ejemplo, una caldera en general dura menos años que un aislamiento o una carpintería; y además, si añadimos que cuando llega el momento de sustituir un sistema se podría optar por uno de peor calidad, se podría acabar falseando parte de los resultados y conclusiones de este trabajo.
- **Actualmente, el coste de la rehabilitación energética duplica el coste de rehabilitar y mantener el edificio Base.** El coste de las mejoras introducidas en el modelo ERE se sitúa en 1,077.55 €/m², mientras que los costes de rehabilitación y mantenimiento del estado Base son de 527.74 €/m². Esto representa que rehabilitar energéticamente supone un 204% más de inversión que simplemente mantener las condiciones actuales, y que vistas las múltiples ventajas que se podrían obtener en otros vectores con el modelo ERE, no debería suponer un obstáculo para su desarrollo. Desgraciadamente, dadas las circunstancias actuales, el vector economía es el primer factor que se suele tener en cuenta y que a la postre influye en gran parte de la toma de decisiones.

Gráfico 20: comparativo por m² del coste de inversión



- **Los costes de implantación y mantenimiento de los sistemas centran casi el 45% de la inversión.** La inversión necesaria para la rehabilitación energética, se basa en gran parte en el coste de instalación y mantenimiento de los sistemas de climatización y ACS, que como ya se ha mencionado, tienen un período de vida útil más reducido que los componentes de la envolvente térmica. Actualmente la viabilidad económica de este proyecto con los costes de los sistemas de energías renovables existentes en el mercado, resulta cuando menos ajustada. Las posibilidades de financiación siguen siendo reducidas y la resistencia de los mercados y los gobiernos a reusar la energía no renovable, no ayuda a este cambio. Globalmente el problema es la escasez de energía, pero los mercados marcan las pautas, y parece ser que el objetivo crematístico de los que controlan los recursos fósiles prima sobre el resto.
- **La viabilidad energética positiva y la viabilidad económica negativa.** Quizá uno de los resultados que más clarividencia ofrece sobre el panorama actual reside en la diferencia de plazos de amortización de la parte económica en frente de la parte energética. Como se ha explicado en el apartado 4.3, el plazo de amortización económico oscila entre los 25 y los 30 años, mientras que el plazo de amortización energético requiere entre 3 y 4 años para cubrir costes. Esta magnitud de diferencia sirve para reforzar la conclusión anterior. Donde tenemos la crisis es en la energía, pero el modelo económico se resiste en aceptarlo, exprimiendo el modelo energético actual hasta las últimas consecuencias.

Gráfico 21: amortización económica

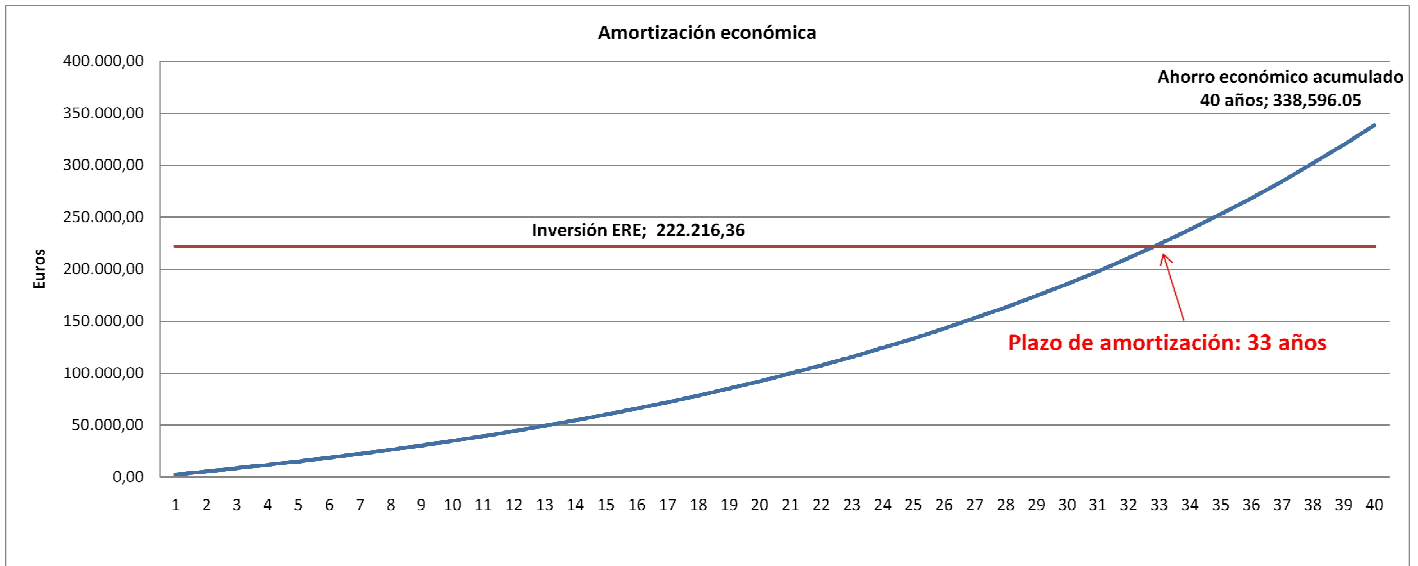
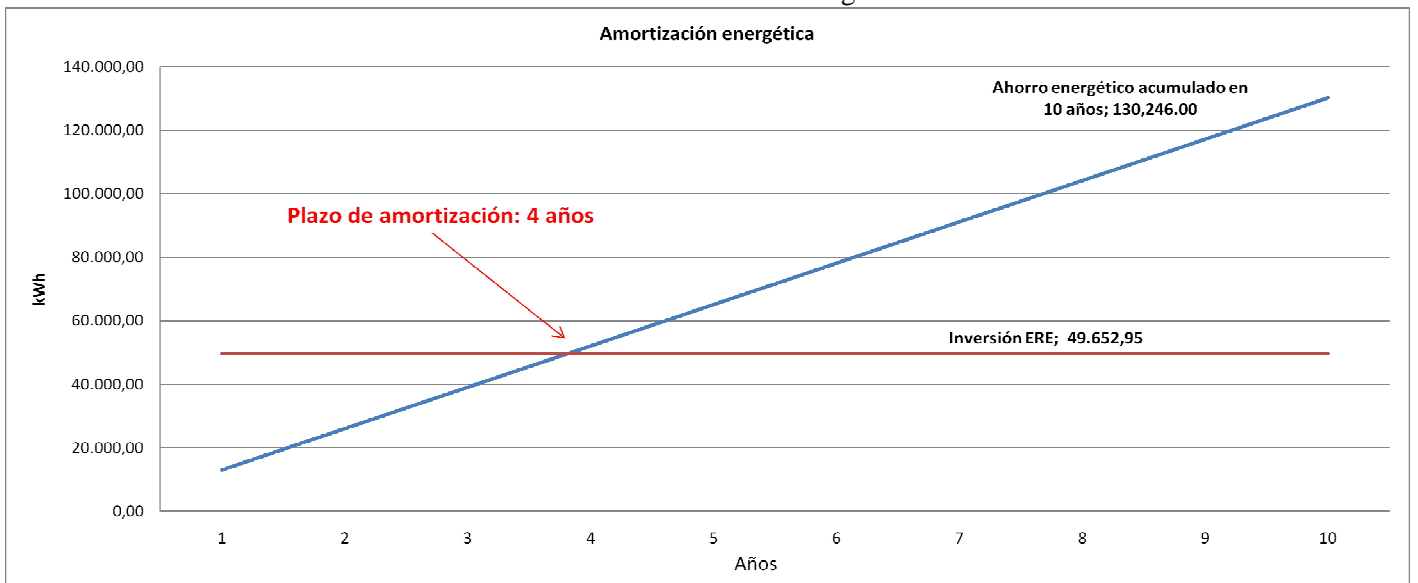


Gráfico 22: amortización energética



- **El precio futuro de la energía, la gran incógnita.** La incertidumbre en la evolución de los precios de la energía promueve un escepticismo en torno a las inversiones necesarias para acometer este tipo de proyectos. Por ello se deberían realizar esfuerzos directos para fomentar que los inversores consideren como una posibilidad de rentabilidad la inversión en construir de manera sostenible. La evolución del precio de la energía puede dictar el camino forzado a esa manera de actuar, ya que si el precio de los combustibles fósiles se dispara a causa de la escasez, la única posibilidad de conseguir energía barata será la procedente del lugar, en general, energías renovables. En este mismo sentido, el cambio climático puede ser el catalizador para hacer rentable el mundo de la construcción sostenible. Un posible impuesto sobre las emisiones de CO₂ conseguiría poner precio a las externalidades del sector, lo que haría que las construcciones actuales que se hacen gastando mucha energía y consumiendo materiales, no fueran viables cuando el precio de esas externalidades apareciera.

6. BASES PARA ESTABLECER UN PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA

Con la finalidad de completar los objetivos planteados en este proyecto, el último paso a realizar consiste en establecer las bases para un procedimiento estándar de rehabilitación energética.

Con este procedimiento estándar lo que se pretende es dar la posibilidad de volver a aplicar las actuaciones llevadas a cabo en el Edificio Base de este estudio para cumplir con los objetivos ambientales planteados al inicio del documento. Al ser las edificaciones incluidas en el ámbito de aplicación de este proyecto de una tipología concreta, de un período establecido y, lo más importante de todo, que tienen una serie de características comunes que las hacen ser un grupo homogéneo en cuanto a comportamiento energético, es posible establecer una serie de protocolos que funcionen para cualquier edificación con esas características.

Es conveniente destacar que este procedimiento está diseñado de modo que se integre durante el proceso de elaboración y ejecución de un proyecto de rehabilitación, desde las fases iniciales (anteproyecto o informes previos), pasando por el desarrollo del proyecto (proyecto básico o de ejecución) y terminando finalmente con la construcción (etapa de obra). Además, su planteamiento se ha realizado desde un punto de vista ideal, que según los datos que se puedan obtener y los recursos disponibles, puede sufrir alteraciones y simplificaciones.

Como es obvio, esta nueva faceta ambiental, que se debería incluir en los proyectos de rehabilitación actuales, no es común y una gran porción del sector constructivo no tiene conocimientos específicos sobre el tema, por lo que la coordinación será un aspecto clave para que las propuestas ambientales puedan influir en la toma de decisiones. Por ello, en los inicios se requerirán una serie de esfuerzos extraordinarios, ya que, para realizar actuaciones similares a las que se han planteado en este proyecto, se tendrá que invertir en recursos humanos, técnicos y económicos, así como también en algo muy valioso en la sociedad actual, tiempo.

Así mismo, comentar que esta metodología no está probada por la práctica, pero está basada en otras metodologías similares que sí que están probadas y que surgen de la experiencia del sector en la elaboración de proyectos con objetivos ambientales. En cualquier caso, el procedimiento propuesto se ha elaborado en base a un edificio en particular, con lo cual, la variabilidad de opciones que se pueden observar, a pesar de la homogeneidad de la muestra de viviendas tomada en este estudio, hacen que este procedimiento este formado por procesos variables y flexibles, admitiendo modificaciones, mejoras o análisis desde más puntos de vista que permitan optimizar dicho procedimiento.

A continuación se plantea el procedimiento estándar de rehabilitación energética. Se ha dividido el procedimiento en dos fases: Anteproyecto y Proyecto de Ejecución. A su vez, para cada una de las fases se han estipulado tres sub fases: Información previa, que define el punto de partida; Procesos, que fija las tareas a realizar para obtener los resultados; y por último, Resultados.

FASE 1. Anteproyecto:

a) Información previa:

- Plantear los objetivos necesarios al acometer la rehabilitación.
- Obtener información ambiental de la zona de ubicación: situación geográfica, altitud, regimen de lluvias, valores de temperatura y humedad, fenómenos atmosféricos etc.
- Obtener información de los vectores analizados: consumos de energía para los distintos usos (climatización y ACS), tipo de combustible usado, perfiles de usos, etc.
- Obtener información del edificio a rehabilitar: planos de plantas, alzados y secciones en formato digital (Autocad), relación de superficies, fotografías, etc.

b) Procesos:

- Elaborar, sobre base informática, un estudio de los impactos ambientales del edificio, con la ayuda de software especializado:

- Elaborar el perfil de las demandas energéticas de calefacción, refrigeración y ACS mediante el software público LIDER
- Elaborar el perfil de los consumos de energía y emisiones de CO₂ asociadas a los usos de calefacción, refrigeración y ACS mediante el software público CALENER VyP.
- Análisis de resultados de LIDER y CALENER VyP en cuanto a demandas mensuales, anuales y balance térmico del edificio (transmisiones positivas, negativas y balance final)
- Elabora gráficos y tablas resumen de los resultado analizados en formato Excel

c) Resultados:

- Informe detallado de la situación actual del edificio existente y definición de las estrategias a adoptar para cumplir con los objetivos planteados.

FASE 2. Proyecto:

a) Información previa:

- Informe detallado de la situación actual del edificio existente elaborado en la fase 1.

b) Procesos:

- Establecer las estrategias y acciones de reducción de impacto ambiental más oportunas para las fases de rehabilitación y uso, adjuntando valoración técnica y económica.

- Elaborar, sobre base informática, propuestas de rehabilitación del edificio existente, con la ayuda de software especializado:

- Elaborar el perfil de las demandas energéticas de calefacción, refrigeración y ACS mediante el software público LIDER, para cada una de las opciones propuestas.
- Elaborar el perfil de los consumos de energía y emisiones de CO₂ asociadas a los usos de calefacción, refrigeración y ACS mediante el software público CALENER VyP, para cada una de las opciones propuestas.
- Análisis de resultados de LIDER y CALENER VyP en cuanto a demandas mensuales, anuales y balance térmico del edificio (transmisiones positivas, negativas y balance final)
- Elabora gráficos y tablas resumen de los resultados analizados en formato Excel.
- Creación de cuadros para elaboración de memorias de cerramientos, instalaciones y componentes.
- Comparación y análisis de resultados.
- Presupuesto y mediciones con partidas de las acciones concretas a acometer.

- Elección de la propuesta de mejora que mejor rendimiento obtenga en función de los objetivos planteados y comprobación de la funcionalidad de las soluciones adoptadas en el resto orientaciones.

- Comparación final del edificio existente y la propuesta final de rehabilitación, y verificación de que se cumplen los objetivos planteados.

c) Resultados:

- Informe detallado de los impactos ambientales del edificio a partir de su rehabilitación energética y posterior gestión.

7. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

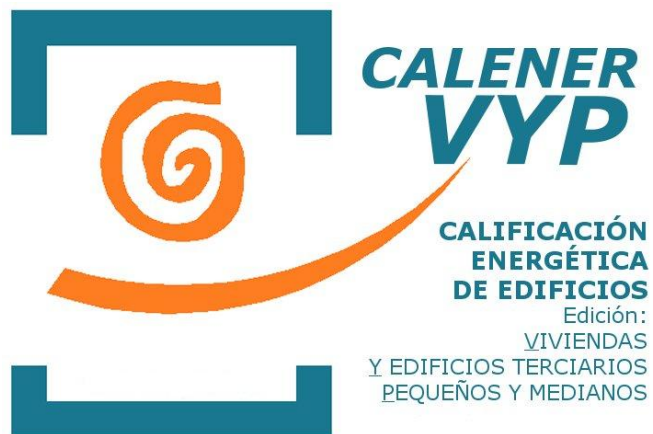
- **Rehabilitación de edificios bajo objetivos de reducción de impacto ambiental: un caso piloto de vivienda plurifamiliar en el área de Playa de Palma, Mallorca.** *Gerardo Wadel, Fabian López, Albert Sagrera, Jesús Prieto, Xavier Prat, Chiara Monterotti.* Societat Orgànica / Arquitectos Urbanistas Ingenieros Asociados. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España, Comunidad Autónoma de las Islas Baleares, Consell Insular de Mallorca, Ayuntamiento de Palma y Ayuntamiento de Lluçmajor. 2009.
- **Censos de Población y Viviendas 2001. Resultados definitivos.** *Instituto Nacional de Estadística (INE).* Gobierno de España. 2001.
- **Documento Básico Ahorro de Energía. Código Técnico de la Edificación.** Gobierno de España. 2006
- **DECRET 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.** Generalitat de Catalunya. 2006.
- **Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012 – E4 (Sector edificación).** *Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España, IDAE.* Gobierno de España. 2007
- **El consumo de energía y el medio ambiente en España. Análisis de Ciclo de Vida (ACV).** *J. Rodrigo, N. Cañella, M. Meneses, F. Castells, C. Solé.* Fundación Gas Natural. 2008.
- **La sostenibilidad en la arquitectura industrializada. La construcción modular ligera aplicada a la vivienda.** *G. Wadel.* Tesis doctoral. UPC. 2009.
- **Cambio Global en España 2020/50. Programa Ciudades, hacia un pacto de las ciudades españolas ante el cambio global.** Centro Complutense de Estudios e Información Medioambiental. 2009.
- **Diagnòstic de la situació energètica Balear.** *Direcció General d'Energia.* Govern de les Illes Balears. 2008
- **The Inevitable Peaking of World Oil Production.** *Robert L. Hirsch.* The Atlantic Council of the United States. 2005
- **Calor. Cómo parar el calentamiento global.** *George Monbiot.* Ed. RBA Libros S.A. 2008.
- **Evolución reciente de la balanza energética en España.** *Subdirección General de Estudios del Sector Exterior.* Boletín económico de ICE, Información Comercial Española, ISSN 0214-8307, N° 2781, 2003 , págs. 3-5. 2003.
- **Escenarios de energía-economía mundiales con modelos de dinámico de sistemas.** Carlos de Castro Carranza. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid. 2009
- www.consorciplatjadepalma.es
- www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos
- <http://www.ajalgaida.net/>
- <http://led-tecnologia.com/energias-renovables-led/balance-energetico-en-espana-necesidad-de-energias-renovables/>

- <http://www.puntoclick.cl/la-subida-de-la-energia-en-espana-eleva-el-deficit-comercial-hasta-marzo/>

8. ANEXOS

DOCUMENTACIÓN GRÁFICA, ENERGÉTICA Y PRESUPUESTOS


Calificación Energética



Proyecto: PFM - Rehabilitación energética


Fecha: 08/06/2011

OPCIÓN BASE

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
Localidad Algaida	Comunidad Autónoma Illes Balears
Dirección del Proyecto Carrer del Pare Bartomeu Pou	
Autor del Proyecto Jose Manuel Busquets Hidalgo	
Autor de la Calificación UPC	
E-mail de contacto josemanuel_busquets@hotmail.com	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Bloque	

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	72.15	3.30
P01_E02	P01	Nivel de estanqueidad 5	3	20.31	3.30
P01_E03	P01	Residencial	3	105.69	3.30
P01_E04	P01	Residencial	3	39.32	3.30
P02_E05	P02	Residencial	3	72.69	2.70
P02_E01	P02	Residencial	3	26.41	2.70
P02_E02	P02	Nivel de estanqueidad 5	3	10.32	2.70
P02_E03	P02	Residencial	3	88.73	2.70
P03_E01	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	171.75	1.15

2.2. Cerramientos opacos

2.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)
Teja cerámica-porcelana	1.300	2300.00	840.00	-	30
Bloque mares	1.500	2450.00	920.00	-	1
Mortero de cemento o cal para albañilería y	1.000	1525.00	1000.00	-	10
BH convencional espesor 200 mm	0.923	860.00	1000.00	-	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.550	1125.00	1000.00	-	10
Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.430	1050.00	1000.00	-	4

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)
Piedra artificial	1.300	1700.00	1000.00	-	40
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	1.323	1330.00	1000.00	-	80
Plaqueta o baldosa cerámica	1.000	2000.00	800.00	-	30
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2.300	2400.00	1000.00	-	80
Polietileno baja densidad [LDPE]	0.330	920.00	2200.00	-	100000
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.908	1220.00	1000.00	-	10

2.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachada principal-posterior	2.16	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachadas lateral izq	2.05	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
P1-Fachada lateral derecha	2.43	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
Medianera	3.21	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Medianera	3.21	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.060
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Muro caja escalera	2.96	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
PB-Fachadas princ-post-izq	2.64	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
PB- Fachada lateral derecha	2.43	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
Forjado PB	2.17	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Piedra artificial	0.030
Forjado PP-cubierta plana	2.19	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250

	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado PP-cubierta plana	2.19	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Solera	2.94	Piedra artificial	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
Forjado PP-cubierta inclinada	2.01	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
Forjado locales no calefactados	2.62	FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Forjado vestibulo PB	2.17	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Piedra artificial	0.030


2.3. Cerramientos semitransparentes

2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
VER_M_4	5.70	0.82

2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)
VER_Normal sin rotura de puente térmico	5.70


	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

2.3.3 Huecos


Nombre	Ventanas norte
Acristalamiento	VER_M_4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	15.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	5.70
Factor solar	0.72

Nombre	Ventanas otras
Acristalamiento	VER_M_4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	15.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	5.70
Factor solar	0.72

Nombre	Puertas norte
Acristalamiento	VER_M_4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	15.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	5.70
Factor solar	0.72

	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	Puertas otras
Acristalamiento	VER_M_4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	15.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	5.70
Factor solar	0.72


	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

3. Sistemas

Nombre	ACS A
Tipo	agua caliente sanitaria
Nombre Equipo	EQ_Caldera-ACS-Electrica-A
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre demanda ACS	Vivienda A
Nombre equipo acumulador	Acumulador A
Porcentaje abastecido con energía solar	0.00
Temperatura impulsión (°C)	60.0
Multiplicador	1

Nombre	ACS B
Tipo	agua caliente sanitaria
Nombre Equipo	EQ_Caldera-ACS-Electrica-B
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre demanda ACS	Vivienda B
Nombre equipo acumulador	Acumulador B
Porcentaje abastecido con energía solar	0.00
Temperatura impulsión (°C)	60.0
Multiplicador	1

Nombre	101
Tipo	Sistemas Unizona


	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Zona	P01_E01
Nombre Equipo	EQ_CalefaccionElectrica-101
Tipo Equipo	Calefacción eléctrica unizona
Caudal de ventilación	0.0

Nombre	103
Tipo	Sistemas Unizona
Zona	P01_E03
Nombre Equipo	EQ_CalefaccionElectrica-103
Tipo Equipo	Calefacción eléctrica unizona
Caudal de ventilación	0.0

Nombre	104
Tipo	Sistemas Unizona
Zona	P01_E04
Nombre Equipo	EQ_CalefaccionElectrica-104
Tipo Equipo	Calefacción eléctrica unizona
Caudal de ventilación	0.0


Nombre	201
Tipo	Sistemas Unizona
Zona	P02_E01
Nombre Equipo	EQ_CalefaccionElectrica-201
Tipo Equipo	Calefacción eléctrica unizona
Caudal de ventilación	0.0

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Nombre	203
Tipo	Sistemas Unizona
Zona	P02_E03
Nombre Equipo	EQ_CalefaccionElectrica-203
Tipo Equipo	Calefacción eléctrica unizona
Caudal de ventilación	0.0

Nombre	205
Tipo	Sistemas Unizona
Zona	P02_E05
Nombre Equipo	EQ_CalefaccionElectrica-205
Tipo Equipo	Calefacción eléctrica unizona
Caudal de ventilación	0.0


4. Equipos

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Nombre	EQ_CalefaccionElectrica-203
Tipo	Calefacción eléctrica unizona
Capacidad nominal	2.00
Consumo nominal	2.00
Consumo a carga parcial	con_FCP-EQ_CalefaccionElectrica-Defecto
Dif. temperatura del termostato (°C)	1.00
Tipo energía	Electricidad

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Nombre	EQ_CalefaccionElectrica-205
Tipo	Calefacción eléctrica unizona
Capacidad nominal	2.00
Consumo nominal	2.00
Consumo a carga parcial	con_FCP-EQ_CalefaccionElectrica-Defecto
Dif. temperatura del termostato (°C)	1.00
Tipo energía	Electricidad

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Nombre	EQ_CalefaccionElectrica-104
Tipo	Calefacción eléctrica unizona
Capacidad nominal	2.00
Consumo nominal	2.00
Consumo a carga parcial	con_FCP-EQ_CalefaccionElectrica-Defecto
Dif. temperatura del termostato (°C)	1.00
Tipo energía	Electricidad

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	EQ_CalefaccionElectrica-103
Tipo	Calefacción eléctrica unizona
Capacidad nominal	2.00
Consumo nominal	2.00
Consumo a carga parcial	con_FCP-EQ_CalefaccionElectrica-Defecto
Dif. temperatura del termostato (°C)	1.00
Tipo energía	Electricidad

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Nombre	EQ_CalefaccionElectrica-201
Tipo	Calefacción eléctrica unizona
Capacidad nominal	2.00
Consumo nominal	2.00
Consumo a carga parcial	con_FCP-EQ_CalefaccionElectrica-Defecto
Dif. temperatura del termostato (°C)	1.00
Tipo energía	Electricidad

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Nombre	EQ_CalefaccionElectrica-101
Tipo	Calefacción eléctrica unizona
Capacidad nominal	2.00
Consumo nominal	2.00
Consumo a carga parcial	con_FCP-EQ_CalefaccionElectrica-Defecto
Dif. temperatura del termostato (°C)	1.00
Tipo energía	Electricidad

Nombre	EQ_Caldera-ACS-Electrica-B
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	10.00
Rendimiento nominal	0.90
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto
Tipo energía	Electricidad


Nombre	EQ_Caldera-ACS-Electrica-A
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	10.00
Rendimiento nominal	0.90

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto
Tipo energía	Electricidad

Nombre	Acumulador A
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	90.00
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1.00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60.00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80.00

Nombre	Acumulador B
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	90.00
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1.00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60.00


 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80.00
--	-------

5. Justificación

5.1. Contribución solar

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
ACS A	0.0	60.0
ACS B	0.0	60.0

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

6. Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<div> <div><4.0 A</div> <div>4.0-7.6 B</div> <div>7.6-12.7 C</div> <div>12.7-20.5 D</div> <div>>20.5 E</div> <div>F</div> <div>G</div> </div>	<div> <div>77.3 E</div> </div>			<div> <div>26.0 E</div> </div>		
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	E	63.9	25877.9	E	42.3	17170.9
Demanda refrigeración	B	8.2	3320.8	C	13.1	5305.2
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	E	56.7	22962.0	E	16.1	6520.1
Emisiones CO2 refrigeración	C	4.8	1943.9	D	7.6	3077.8
Emisiones CO2 ACS	E	15.8	6398.6	D	2.3	931.4
Emisiones CO2 totales			31304.5			10529.3

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	78.7	31877.1	73.3	29677.5
Consumo energía primaria (kWh)	263.5	106692.7	100.0	40494.3
Emisiones CO2 (kgCO2)	77.3	31304.5	26.0	10529.3


Calificación Energética



Proyecto: PFM - Rehabilitación energética


Fecha: 08/06/2011

OPCIÓN CTE

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
Localidad Algaida	Comunidad Autónoma Illes Balears
Dirección del Proyecto Carrer del Pare Bartomeu Pou	
Autor del Proyecto Jose Manuel Busquets Hidalgo	
Autor de la Calificación UPC	
E-mail de contacto josemanuel_busquets@hotmail.com	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Bloque	

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrimetria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	72.15	3.30
P01_E02	P01	Nivel de estanqueidad 5	3	20.31	3.30
P01_E03	P01	Residencial	3	105.69	3.30
P01_E04	P01	Residencial	3	39.32	3.30
P02_E05	P02	Residencial	3	72.69	2.70
P02_E01	P02	Residencial	3	26.41	2.70
P02_E02	P02	Nivel de estanqueidad 5	3	10.32	2.70
P02_E03	P02	Residencial	3	88.73	2.70
P03_E01	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	171.75	1.15

2.2. Cerramientos opacos

2.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)
Teja cerámica-porcelana	1.300	2300.00	840.00	-	30
Bloque mares	1.500	2450.00	920.00	-	1
Lana de Oveja	0.040	14.00	800.00	-	1
Corcho	0.040	110.00	1880.00	-	1
Pedra santanyi	1.400	1750.00	1000.00	-	40
BH convencional espesor 200 mm	0.923	860.00	1000.00	-	10

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)
Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.430	1050.00	1000.00	-	4
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.550	1125.00	1000.00	-	10
Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	-	-	-	0.17	-
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.427	920.00	1000.00	-	10
Plaqueta o baldosa de gres	2.300	2500.00	1000.00	-	30
Hormigón convencional d 1600	0.970	1600.00	1000.00	-	120
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	1.323	1330.00	1000.00	-	80
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0.18	-
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4
Plaqueta o baldosa cerámica	1.000	2000.00	800.00	-	30
Polietileno baja densidad [LDPE]	0.330	920.00	2200.00	-	100000
Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.300	1000.00	1000.00	-	10
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2.300	2400.00	1000.00	-	80
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.908	1220.00	1000.00	-	10

2.2.2 Composición de Cerramientos


Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachada principal-posterior	0.77	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachadas lateral izq	0.79	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachadas lateral izq	0.79	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Lana de Oveja	0.025
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.010
P1-Fachada lateral derecha	0.80	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Medianera	1.98	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
Muro caja escalera	1.00	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Lana de Oveja	0.020
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.010
PB-Fachadas princ-post-izq	0.82	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		Bloque mares	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
PB- Fachada lateral derecha	0.80	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Forjado PB	1.41	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP-cubierta plana	0.43	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		Corcho	0.060
		Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
Solera	0.76	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Corcho	0.040
		Hormigón convencional d 1600	0.020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado PP-cubierta inclinada	1.99	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
Forjado locales no calefactados	0.42	Corcho	0.070
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado vestíbulo PB	0.51	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Corcho	0.050
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020


2.3. Cerramientos semitransparentes

2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
VER_DC_4-12-4	2.80	0.75

2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)
--------	--------------

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Nombre	U (W/m²K)
VER_Madera de densidad media baja	2.00

2.3.3 Huecos

Nombre	Ventanas norte
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61


Nombre	Ventanas otras
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61

Nombre	Puertas norte
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00

	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61


Nombre	Puertas otras
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61

	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

3. Sistemas

Nombre	CDTC A
Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	EQ_Caldera-Convencional-CDTC A
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente CDTC 103
Zona asociada	P01_E03
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente CDTC 201
Zona asociada	P02_E01
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente CDTC 205
Zona asociada	P02_E05
Nombre demanda ACS	CDTC A
Nombre equipo acumulador	CDTC A
Porcentaje abastecido con energia solar	60.00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	60.0
Temp. impulsión de la calefacción(°C)	80.0


Nombre	CDTC B
Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	EQ_Caldera-Convencional-CDTC B
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente CDTC 101
Zona asociada	P01_E01

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente CDTC 104
Zona asociada	P01_E04
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente CDTC 203
Zona asociada	P02_E03
Nombre demanda ACS	CDTC B
Nombre equipo acumulador	CDTC B
Porcentaje abastecido con energía solar	60.00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	60.0
Temp. impulsión de la calefacción(°C)	80.0

4. Equipos


Nombre	EQ_Caldera-Convencional-CDTC A
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	20.00
Rendimiento nominal	0.85
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Convencional-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	GLP

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Nombre	EQ_Caldera-Convencional-CDTC B
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	20.00
Rendimiento nominal	0.85
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Convencional-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	GLP

Nombre	CDTC A
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	90.00
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1.00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60.00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80.00

Nombre	CDTC B
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	90.00

	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1.00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60.00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80.00


5. Unidades terminales

Nombre	UT_AguaCaliente CDTC 101
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E01
Capacidad o potencia máxima (kW)	6.00

Nombre	UT_AguaCaliente CDTC 103
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E03
Capacidad o potencia máxima (kW)	8.00

Nombre	UT_AguaCaliente CDTC 203
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E03
Capacidad o potencia máxima (kW)	8.00

Nombre	UT_AguaCaliente CDTC 104
--------	--------------------------

	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E04
Capacidad o potencia máxima (kW)	2.00


Nombre	UT_AguaCaliente CDTC 205
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E05
Capacidad o potencia máxima (kW)	2.00

Nombre	UT_AguaCaliente CDTC 201
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E01
Capacidad o potencia máxima (kW)	6.00

6. Justificación

6.1. Contribución solar

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
CDTC A	60.0	60.0
CDTC B	60.0	60.0

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

7. Resultados

Certificación Energética de Edificios	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
Indicador kgCO ₂ /m ²						
<4.0 A						
4.0-7.6 B						
7.6-12.7 C						
12.7-20.5 D	14.5 D					
>20.5 E				25.7 E		
	Clase	kWh/m ²	kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	E	27.9	11298.8	E	41.4	16765.9
Demanda refrigeración	B	5.8	2348.9	C	13.2	5345.7
	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año	Clase	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Emissiones CO ₂ calefacción	E	9.1	3685.3	E	15.7	6358.1
Emissiones CO ₂ refrigeración	B	3.4	1376.9	D	7.7	3118.3
Emissiones CO ₂ ACS	C	2.0	809.9	D	2.3	931.4
Emissiones CO ₂ totales			5872.1			10407.8

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	49.0	19848.2	72.1	29206.8
Consumo energía primaria (kWh)	60.8	24606.0	98.8	40001.3
Emissiones CO ₂ (kgCO ₂)	14.5	5872.1	25.7	10407.8


Calificación Energética



Proyecto: PFM - Rehabilitación energética


Fecha: 18/06/2011

OPCIÓN ERE

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaída	Comunidad Illes Balears

1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
Localidad Algaída	Comunidad Autónoma Illes Balears
Dirección del Proyecto Carrer del Pare Bartomeu Pou	
Autor del Proyecto Jose Manuel Busquets Hidalgo	
Autor de la Calificación UPC	
E-mail de contacto josemanuel_busquets@hotmail.com	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Bloque	

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaída	Comunidad Illes Balears

2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	72.15	3.30
P01_E02	P01	Nivel de estanqueidad 5	3	20.31	3.30
P01_E03	P01	Residencial	3	105.69	3.30
P01_E04	P01	Residencial	3	39.32	3.30
P02_E05	P02	Residencial	3	72.69	2.70
P02_E01	P02	Residencial	3	26.41	2.70
P02_E02	P02	Nivel de estanqueidad 5	3	10.32	2.70
P02_E03	P02	Residencial	3	88.73	2.70
P03_E01	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	171.75	1.15

2.2. Cerramientos opacos

2.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)
Teja cerámica-porcelana	1.300	2300.00	840.00	-	30
Bloque mares	1.500	2450.00	920.00	-	1
Lana de Oveja	0.040	14.00	800.00	-	1
Corcho	0.040	110.00	1880.00	-	1
Pedra santanyi	1.400	1750.00	1000.00	-	40
BH convencional espesor 200 mm	0.923	860.00	1000.00	-	10

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)
Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.430	1050.00	1000.00	-	4
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.550	1125.00	1000.00	-	10
Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	-	-	-	0.17	-
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.427	920.00	1000.00	-	10
Plaqueta o baldosa de gres	2.300	2500.00	1000.00	-	30
Hormigón convencional d 1600	0.970	1600.00	1000.00	-	120
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	1.323	1330.00	1000.00	-	80
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0.18	-
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4
Plaqueta o baldosa cerámica	1.000	2000.00	800.00	-	30
Polietileno baja densidad [LDPE]	0.330	920.00	2200.00	-	100000
Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.300	1000.00	1000.00	-	10
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2.300	2400.00	1000.00	-	80
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.908	1220.00	1000.00	-	10

2.2.2 Composición de Cerramientos


Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachada principal-posterior	0.46	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachadas lateral izq	0.47	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachadas lateral izq	0.47	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Lana de Oveja	0.060
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.010
P1-Fachada lateral derecha	0.47	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Medianera	1.98	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Muro caja escalera	1.00	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Lana de Oveja	0.020
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.010
PB-Fachadas princ-post-izq	0.48	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		Bloque mares	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
PB- Fachada lateral derecha	0.47	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Forjado PB	1.41	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP-cubierta plana	0.26	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		Corcho	0.120
		Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Solera	0.48	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Corcho	0.070
		Hormigón convencional d 1600	0.020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado PP-cubierta inclinada	1.99	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
Forjado locales no calefactados	0.26	Corcho	0.130
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado vestibulo PB	0.31	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Corcho	0.100
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020


2.3. Cerramientos semitransparentes

2.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
VER_DC_4-12-4	2.80	0.75

2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)
--------	-----------

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Nombre	U (W/m²K)
VER_Madera de densidad media baja	2.00

2.3.3 Huecos

Nombre	Ventanas norte
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61


Nombre	Ventanas otras
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61

Nombre	Puertas norte
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61


Nombre	Puertas otras
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaída	Comunidad Illes Balears

3. Sistemas

Nombre	A
Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	EQ_Caldera-Biomasa-A
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente 103
Zona asociada	P01_E03
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente 201
Zona asociada	P02_E01
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente 205
Zona asociada	P02_E05
Nombre demanda ACS	A
Nombre equipo acumulador	A
Porcentaje abastecido con energía solar	70.00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	60.0
Temp. impulsión de la calefacción(°C)	80.0


Nombre	B
Tipo	Sistema mixto
Nombre Equipo	EQ_Caldera-Biomasa-B
Tipo Equipo	Caldera eléctrica o de combustible
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente 101
Zona asociada	P01_E01

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaída	Comunidad Illes Balears

Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente 104
Zona asociada	P01_E04
Nombre unidad terminal	UT_AguaCaliente 203
Zona asociada	P02_E03
Nombre demanda ACS	B
Nombre equipo acumulador	B
Porcentaje abastecido con energía solar	70.00
Temperatura impulsión del ACS (°C)	60.0
Temp. impulsión de la calefacción(°C)	80.0

4. Equipos


Nombre	EQ_Caldera-Biomasa-A
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	29.00
Rendimiento nominal	0.89
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Biomasa

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaída	Comunidad Illes Balears

Nombre	EQ_Caldera-Biomasa-B
Tipo	Caldera eléctrica o de combustible
Capacidad nominal (kW)	29.00
Rendimiento nominal	0.89
Capacidad en función de la temperatura de impulsión	cap_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión	ren_T-EQ_Caldera-unidad
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Biomasa-Defecto
Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad
Tipo energía	Biomasa

Nombre	A
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	90.00
Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1.00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60.00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80.00

Nombre	B
Tipo	Acumulador Agua Caliente
Volumen del depósito (L)	90.00

 Calificación Energética	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaída	Comunidad Illes Balears

Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA	1.00
Temperatura de consigna baja del depósito (°C)	60.00
Temperatura de consigna alta del depósito (°C)	80.00


5. Unidades terminales

Nombre	UT_AguaCaliente 101
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E01
Capacidad o potencia máxima (kW)	4.00

Nombre	UT_AguaCaliente 201
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E01
Capacidad o potencia máxima (kW)	4.00

Nombre	UT_AguaCaliente 103
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E03
Capacidad o potencia máxima (kW)	4.00

Nombre	UT_AguaCaliente 104
--------	---------------------

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaída	Illes Balears

Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P01_E04
Capacidad o potencia máxima (kW)	4.00


Nombre	UT_AguaCaliente 205
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E05
Capacidad o potencia máxima (kW)	4.00

Nombre	UT_AguaCaliente 203
Tipo	U.T. De Agua Caliente
Zona abastecida	P02_E03
Capacidad o potencia máxima (kW)	4.00

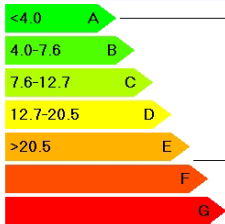
6. Justificación

6.1. Contribución solar

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
A	70.0	60.0
B	70.0	60.0

	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaída	Illes Balears

7. Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	3.2 A			25.7 E		
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	22.0	8909.4	E	41.4	16765.9
Demanda refrigeración	A	5.5	2227.4	C	13.2	5345.7
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	A	0.0	0.0	E	15.7	6358.1
Emisiones CO2 refrigeración	B	3.2	1295.9	D	7.7	3118.3
Emisiones CO2 ACS	A	0.0	0.0	D	2.3	931.4
Emisiones CO2 totales			1295.9			10407.8

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	46.6	18852.5	72.1	29211.1
Consumo energía primaria (kWh)	54.2	21948.1	98.8	40008.1
Emisiones CO2 (kgCO2)	3.2	1295.9	25.7	10407.8

Código Técnico de la Edificación



LIDER
DOCUMENTO
BÁSICO HE
AHORRO DE ENERGÍA

HE1: LIMITACIÓN
DE DEMANDA
ENERGÉTICA




Proyecto: PFM - Rehabilitación energética

Fecha: 08/06/2011

Localidad: Algaida

Comunidad: Illes Balears

OPCIÓN BASE

	HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

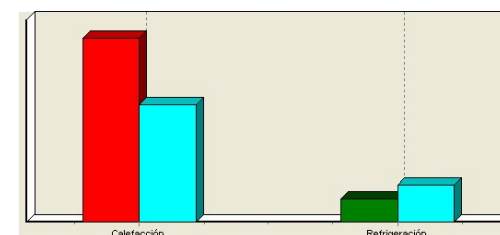
1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
Localidad Algaida	Comunidad Autónoma Illes Balears
Dirección del Proyecto Carrer del Pare Bartomeu Pou	
Autor del Proyecto Jose Manuel Busquets Hidalgo	
Autor de la Calificación UPC	
E-mail de contacto josemanuel_busquets@hotmail.com	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Bloque	


2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	156.7	62.8
Proporción relativa calefacción refrigeración	89.0	11.0



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1.2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Los siguientes cerramientos y/o particiones interiores no cumplen los requisitos mínimos.

P01_E01_PE002 U = 2.64W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P01_E01_MED001 U = 2.13W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

Aislamiento Perimetral de la Solera U = 1.88W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P01_E03_PE001 U = 2.64W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P01_E03_PE002_V1 Uventana = 5.70W/m²K Ulimite = 5.70W/m²K,

P01_E03_PE002_V2 Uventana = 5.70W/m²K Ulimite = 5.70W/m²K,

P01_E03_PE002_V3 Uventana = 5.70W/m²K Ulimite = 5.70W/m²K,

P01_E03_PE002 U = 2.42W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P01_E03_PE003 U = 2.64W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P01_E04_PE001 U = 2.64W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P01_E04_CUB001 U = 2.19W/m²K Ulimite = 0.59W/m²K,

P01_E04_MED001 U = 2.13W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P02_E05_PE001_V1 Uventana = 5.70W/m²K Ulimite = 5.70W/m²K,

P02_E05_PE001 U = 2.16W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P02_E05_PE002_V1 Uventana = 5.70W/m²K Ulimite = 5.70W/m²K,

P02_E05_PE002_V2 Uventana = 5.70W/m²K Ulimite = 5.70W/m²K,

P02_E05_PE002_V3 Uventana = 5.70W/m²K Ulimite = 5.70W/m²K,

P02_E05_PE002 U = 2.42W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,


P02_E05_PE003 U = 2.16W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P02_E05_PI004 U = 1.20W/m²K Ulimite = 0.59W/m²K,

P02_E01_PE004 U = 2.16W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P02_E01_PE005 U = 2.16W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P02_E01_CUB001 U = 2.19W/m²K Ulimite = 0.59W/m²K,

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Los siguientes cerramientos y/o particiones interiores no cumplen los requisitos mínimos.

P02_E03_FI002 U = 0.70W/m²K Ulimite = 0.68W/m²K,

P02_E03_PE001 U = 2.16W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P02_E03_PE003 U = 2.16W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

P02_E03_PI001 U = 1.20W/m²K Ulimite = 0.59W/m²K,

P02_E03_MED002 U = 1.73W/m²K Ulimite = 1.07W/m²K,

Existe riesgo de formación de condensaciones superficiales en los siguientes cerramientos y/o particiones interiores.

P01_E01_PE002 fRsi = 0.34 fRsi_minimo = 0.52,

P01_E03_PE001 fRsi = 0.34 fRsi_minimo = 0.52,

P01_E03_PE002 fRsi = 0.39 fRsi_minimo = 0.52,

P01_E03_PE003 fRsi = 0.34 fRsi_minimo = 0.52,

P01_E04_PE001 fRsi = 0.34 fRsi_minimo = 0.52,

P01_E04_CUB001 fRsi = 0.45 fRsi_minimo = 0.52,

P02_E05_PE001 fRsi = 0.46 fRsi_minimo = 0.52,

P02_E05_PE002 fRsi = 0.39 fRsi_minimo = 0.52,

P02_E05_PE003 fRsi = 0.46 fRsi_minimo = 0.52,


P02_E01_PE004 fRsi = 0.46 fRsi_minimo = 0.52,

P02_E01_PE005 fRsi = 0.46 fRsi_minimo = 0.52,


P02_E01_CUB001 fRsi = 0.45 fRsi_minimo = 0.52,

P02_E03_PE001 fRsi = 0.46 fRsi_minimo = 0.52,

P02_E03_PE003 fRsi = 0.46 fRsi_minimo = 0.52,

 <div>HE-1 Opción General</div>	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Existe riesgo de formación de condensaciones intersticiales en los siguientes cerramientos y/o particiones interiores.

 <div>HE-1 Opción General</div>	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrimetria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	72.15	3.30
P01_E02	P01	Nivel de estanqueidad 5	3	20.31	3.30
P01_E03	P01	Residencial	3	105.69	3.30
P01_E04	P01	Residencial	3	39.32	3.30
P02_E05	P02	Residencial	3	72.69	2.70
P02_E01	P02	Residencial	3	26.41	2.70
P02_E02	P02	Nivel de estanqueidad 5	3	10.32	2.70
P02_E03	P02	Residencial	3	88.73	2.70
P03_E01	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	171.75	1.15

3.2. Cerramientos opacos

3.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Teja cerámica-porcelana	1.300	2300.00	840.00	-	30	SI
Bloque mares	1.500	2450.00	920.00	-	1	SI
Mortero de cemento o cal para albañilería y	1.000	1525.00	1000.00	-	10	--
BH convencional espesor 200 mm	0.923	860.00	1000.00	-	10	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.550	1125.00	1000.00	-	10	--
Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.430	1050.00	1000.00	-	4	--

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Piedra artificial	1.300	1700.00	1000.00	-	40	--
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	1.323	1330.00	1000.00	-	80	--
Plaqueta o baldosa cerámica	1.000	2000.00	800.00	-	30	--
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2.300	2400.00	1000.00	-	80	--
Polietileno baja densidad [LDPE]	0.330	920.00	2200.00	-	100000	--
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.908	1220.00	1000.00	-	10	--

3.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachada principal-posterior	2.16	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachadas lateral izq	2.05	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachada lateral derecha	2.43	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Medianera	3.21	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Medianera	3.21	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.060
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Muro caja escalera	2.96	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
PB-Fachadas princ-post-izq	2.64	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
PB- Fachada lateral derecha	2.43	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.025
		Bloque mares	0.250
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Forjado PB	2.17	Piedra artificial	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Forjado PP-cubierta plana	2.19	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250

 <div>HE-1 Opción General</div>	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado PP-cubierta plana	2.19	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Solera	2.94	Piedra artificial	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
Forjado PP-cubierta inclinada	2.01	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
Forjado locales no calefactados	2.62	FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Forjado vestíbulo PB	2.17	Piedra artificial	0.030
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.030
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010


3.3. Cerramientos semitransparentes

3.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
VER_M_4	5.70	0.82	SI

3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)	Just.
--------	--------------	-------

 <div>HE-1 Opción General</div>	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Nombre	U (W/m²K)	Just.
VER_Normal sin rotura de puente térmico	5.70	--

3.3.3 Huecos

Nombre	Ventanas norte
Acristalamiento	VER_M_4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	15.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	5.70
Factor solar	0.72
Justificación	SI

Nombre	Ventanas otras
Acristalamiento	VER_M_4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	15.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	5.70
Factor solar	0.72
Justificación	SI

Nombre	Puertas norte
Acristalamiento	VER_M_4

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	15.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	5.70
Factor solar	0.72
Justificación	SI

Nombre	Puertas otras
Acristalamiento	VER_M_4
Marco	VER_Normal sin rotura de puente térmico
% Hueco	15.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	5.70
Factor solar	0.72
Justificación	SI


3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	0.42	0.72
Encuentro suelo exterior-fachada	0.43	0.71
Encuentro cubierta-fachada	0.43	0.71

 HE-1 Opción General	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Esquina saliente	0.15	0.78
Hueco ventana	0.24	0.63
Esquina entrante	-0.13	0.80
Pilar	0.84	0.59
Unión solera pared exterior	0.13	0.73

 CTE Código Técnico de la Edificación	HE-1 Opción General	Proyecto	
		PFM - Rehabilitación energética	
		Localidad	Comunidad
		Algaida	Illes Balears

4. Resultados

4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01	72.1	1	59.6	111.0	12.5	22.2
P01_E03	105.7	1	73.3	133.1	32.3	42.8
P01_E04	39.3	1	75.9	186.9	65.2	89.9
P02_E05	72.7	1	92.1	185.9	69.9	72.4
P02_E01	26.4	1	100.0	207.3	100.0	91.1
P02_E03	88.7	1	80.9	181.3	50.6	80.0

 CTE Código Técnico de la Edificación	HE-1 Opción General	Proyecto		
		PFM - Rehabilitación energética		
		Localidad		Comunidad
Algaida		Illes Balears		

5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	Teja cerámica-porcelana
	Bloque mares
Acristalamiento	VER_M_4

Código Técnico de la Edificación




LIDER
DOCUMENTO
BÁSICO HE
AHORRO DE ENERGÍA

HE1: LIMITACIÓN
DE DEMANDA
ENERGÉTICA



Proyecto: PFM - Rehabilitación energética
Fecha: 08/06/2011
Localidad: Algaida
Comunidad: Illes Balears

OPCIÓN CTE

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

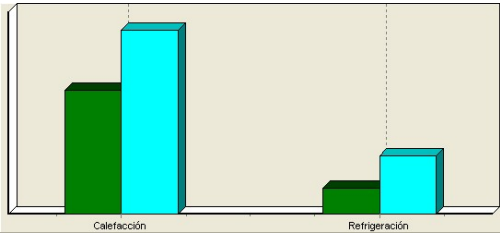
1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
Localidad Algaida	Comunidad Autónoma Illes Balears
Dirección del Proyecto Carrer del Pare Bartomeu Pou	
Autor del Proyecto Jose Manuel Busquets Hidalgo	
Autor de la Calificación UPC	
E-mail de contacto josemanuel_busquets@hotmail.com	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Bloque	


2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	67.4	44.2
Proporción relativa calefacción refrigeración	82.7	17.3



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1.2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

	HE-1 Opción General	Proyecto	
		PFM - Rehabilitación energética	
		Localidad	Comunidad
		Algaida	Illes Balears

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	72.15	3.30
P01_E02	P01	Nivel de estanqueidad 5	3	20.31	3.30
P01_E03	P01	Residencial	3	105.69	3.30
P01_E04	P01	Residencial	3	39.32	3.30
P02_E05	P02	Residencial	3	72.69	2.70
P02_E01	P02	Residencial	3	26.41	2.70
P02_E02	P02	Nivel de estanqueidad 5	3	10.32	2.70
P02_E03	P02	Residencial	3	88.73	2.70
P03_E01	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	171.75	1.15

3.2. Cerramientos opacos

3.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Teja cerámica-porcelana	1.300	2300.00	840.00	-	30	SI
Bloque mares	1.500	2450.00	920.00	-	1	SI
Lana de Oveja	0.040	14.00	800.00	-	1	SI
Corcho	0.040	110.00	1880.00	-	1	SI
Pedra santanyi	1.400	1750.00	1000.00	-	40	SI
BH convencional espesor 200 mm	0.923	860.00	1000.00	-	10	--

 <small>CONSEJO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN</small>	HE-1 Opción General	Proyecto	
		PFM - Rehabilitación energética	
		Localidad	Comunidad
		Algaida	Illes Balears


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.430	1050.00	1000.00	-	4	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.550	1125.00	1000.00	-	10	--
Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	-	-	-	0.17	-	--
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4	--
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.427	920.00	1000.00	-	10	--
Plaqueta o baldosa de gres	2.300	2500.00	1000.00	-	30	--
Hormigón convencional d 1600	0.970	1600.00	1000.00	-	120	--
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	1.323	1330.00	1000.00	-	80	--
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0.18	-	--
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4	--
Plaqueta o baldosa cerámica	1.000	2000.00	800.00	-	30	--
Poliétileno baja densidad [LDPE]	0.330	920.00	2200.00	-	100000	--
Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.300	1000.00	1000.00	-	10	--
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2.300	2400.00	1000.00	-	80	--
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.908	1220.00	1000.00	-	10	--

3.2.2 Composición de Cerramientos


Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachada principal-posterior	0.77	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachadas lateral izq	0.79	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachadas lateral izq	0.79	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Lana de Oveja	0.025
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.010
P1-Fachada lateral derecha	0.80	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Medianera	1.98	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
Muro caja escalera	1.00	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Lana de Oveja	0.020
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.010
PB-Fachadas princ-post-izq	0.82	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		Bloque mares	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
PB- Fachada lateral derecha	0.80	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.035
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Forjado PB	1.41	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP-cubierta plana	0.43	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		Corcho	0.060
		Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Solera	0.76	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Corcho	0.040
		Hormigón convencional d 1600	0.020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado PP-cubiera inclinada	1.99	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
Forjado locales no calefactados	0.42	Corcho	0.070
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado vestíbulo PB	0.51	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Corcho	0.050
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020


3.3. Cerramientos semitransparentes

3.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
VER_DC_4-12-4	2.80	0.75	SI

3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)	Just.
--------	--------------	-------

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Nombre	U (W/m²K)	Just.
VER_Madera de densidad media baja	2.00	--

3.3.3 Huecos

Nombre	Ventanas norte
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61
Justificación	SI

Nombre	Ventanas otras
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61
Justificación	SI

Nombre	Puertas norte
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61
Justificación	SI

Nombre	Puertas otras
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61
Justificación	SI


3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	-0.04	0.87
Encuentro suelo exterior-fachada	0.19	0.81
Encuentro cubierta-fachada	0.19	0.81

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Esquina saliente	0.15	0.78
Hueco ventana	0.24	0.63
Esquina entrante	-0.13	0.80
Pilar	0.19	0.72
Unión solera pared exterior	0.13	0.73

 <div> <div>HE-1</div> <div>Opción</div> <div>General</div> </div>	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

4. Resultados

4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01	72.1	1	86.9	57.9	37.6	48.3
P01_E03	105.7	1	85.9	65.1	54.8	36.6
P01_E04	39.3	1	76.6	66.4	52.7	42.8
P02_E05	72.7	1	97.6	73.5	68.8	40.8
P02_E01	26.4	1	100.0	75.7	100.0	53.4
P02_E03	88.7	1	87.9	72.2	58.8	54.5

 <div> <div>HE-1</div> <div>Opción</div> <div>General</div> </div>	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	Teja cerámica-porcelana
	Bloque mares
	Lana de Oveja
	Corcho
	Pedra santanyi
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4

Código Técnico de la Edificación



LIDER
DOCUMENTO
BÁSICO HE
AHORRO DE ENERGÍA

HE1: LIMITACIÓN
DE DEMANDA
ENERGÉTICA




Proyecto: PFM - Rehabilitación energética

Fecha: 08/06/2011

Localidad: Algaida

Comunidad: Illes Balears

OPCIÓN DEE

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

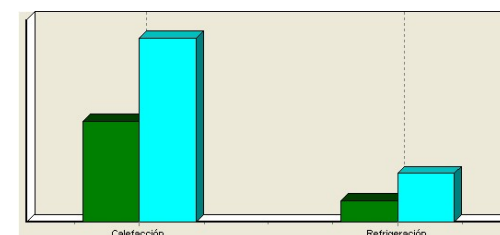
1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
Localidad Algaida	Comunidad Autónoma Illes Balears
Dirección del Proyecto Carrer del Pare Bartomeu Pou	
Autor del Proyecto Jose Manuel Busquets Hidalgo	
Autor de la Calificación UPC	
E-mail de contacto josemanuel_busquets@hotmail.com	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Bloque	


2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	54.6	43.2
Proporción relativa calefacción refrigeración	82.7	17.3



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1.2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

	HE-1 Opción General	Proyecto	
		PFM - Rehabilitación energética	
		Localidad	Comunidad
		Algaida	Illes Balears

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	72.15	3.30
P01_E02	P01	Nivel de estanqueidad 5	3	20.31	3.30
P01_E03	P01	Residencial	3	105.69	3.30
P01_E04	P01	Residencial	3	39.32	3.30
P02_E05	P02	Residencial	3	72.69	2.70
P02_E01	P02	Residencial	3	26.41	2.70
P02_E02	P02	Nivel de estanqueidad 5	3	10.32	2.70
P02_E03	P02	Residencial	3	88.73	2.70
P03_E01	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	171.75	1.15

3.2. Cerramientos opacos

3.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Teja cerámica-porcelana	1.300	2300.00	840.00	-	30	SI
Bloque mares	1.500	2450.00	920.00	-	1	SI
Lana de Oveja	0.040	14.00	800.00	-	1	SI
Corcho	0.040	110.00	1880.00	-	1	SI
Pedra santanyi	1.400	1750.00	1000.00	-	40	SI
BH convencional espesor 200 mm	0.923	860.00	1000.00	-	10	--

 CTE CONSEJO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN	HE-1 Opción General	Proyecto	
		PFM - Rehabilitación energética	
		Localidad	Comunidad
		Algaida	Illes Balears


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.430	1050.00	1000.00	-	4	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.550	1125.00	1000.00	-	10	--
Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	-	-	-	0.17	-	--
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4	--
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.427	920.00	1000.00	-	10	--
Plaqueta o baldosa de gres	2.300	2500.00	1000.00	-	30	--
Hormigón convencional d 1600	0.970	1600.00	1000.00	-	120	--
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	1.323	1330.00	1000.00	-	80	--
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0.18	-	--
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4	--
Plaqueta o baldosa cerámica	1.000	2000.00	800.00	-	30	--
Poliétileno baja densidad [LDPE]	0.330	920.00	2200.00	-	100000	--
Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.300	1000.00	1000.00	-	10	--
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2.300	2400.00	1000.00	-	80	--
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.908	1220.00	1000.00	-	10	--

3.2.2 Composición de Cerramientos


Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachada principal-posterior	0.46	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachadas lateral izq	0.47	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachadas lateral izq	0.47	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Lana de Oveja	0.060
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.010
P1-Fachada lateral derecha	0.47	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Medianera	1.98	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
Muro caja escalera	1.00	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Lana de Oveja	0.020
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.010
PB-Fachadas princ-post-izq	0.48	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		Bloque mares	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
PB- Fachada lateral derecha	0.47	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Forjado PB	1.41	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP-cubierta plana	0.26	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		Corcho	0.120
		Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
Solera	0.48	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Corcho	0.070
		Hormigón convencional d 1600	0.020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002

 <div>HE-1 Opción General</div>	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado PP-cubiera inclinada	1.99	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
Forjado locales no calefactados	0.26	Corcho	0.130
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado vestibulo PB	0.31	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Corcho	0.100
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020


3.3. Cerramientos semitransparentes

3.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
VER_DB3_4-12-6	1.60	0.38	SI

3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)	Just.
--------	--------------	-------

 <div>HE-1 Opción General</div>	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Nombre	U (W/m²K)	Just.
VER_Madera de densidad media baja	2.00	--

3.3.3 Huecos

Nombre	Ventanas norte
Acristalamiento	VER_DB3_4-12-6
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	1.68
Factor solar	0.32
Justificación	SI

Nombre	Ventanas otras
Acristalamiento	VER_DB3_4-12-6
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	1.68
Factor solar	0.32
Justificación	SI

Nombre	Puertas norte
Acristalamiento	VER_DB3_4-12-6

 <div> <div>HE-1</div> <div>Opción</div> <div>General</div> </div>	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	1.68
Factor solar	0.32
Justificación	SI

Nombre	Puertas otras
Acristalamiento	VER_DB3_4-12-6
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	1.68
Factor solar	0.32
Justificación	SI


3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	-0.04	0.87
Encuentro suelo exterior-fachada	0.19	0.81
Encuentro cubierta-fachada	0.19	0.81

 <div> <div>HE-1</div> <div>Opción</div> <div>General</div> </div>	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Esquina saliente	0.15	0.78
Hueco ventana	0.24	0.63
Esquina entrante	-0.13	0.80
Pilar	0.19	0.72
Unión solera pared exterior	0.13	0.73

 <div>HE-1 Opción General</div>	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

4. Resultados

4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01	72.1	1	92.1	49.2	43.3	55.9
P01_E03	105.7	1	100.0	56.2	58.3	38.4
P01_E04	39.3	1	82.4	54.5	55.0	42.2
P02_E05	72.7	1	89.5	57.8	69.7	35.4
P02_E01	26.4	1	98.3	60.6	100.0	52.9
P02_E03	88.7	1	76.7	53.2	61.9	50.2

 <div>HE-1 Opción General</div>	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	Teja cerámica-porcelana
	Bloque mares
	Lana de Oveja
	Corcho
	Pedra santanyi
Acristalamiento	VER_DB3_4-12-6

Código Técnico de la Edificación



LIDER
DOCUMENTO
BÁSICO HE
AHORRO DE ENERGÍA

HE1: LIMITACIÓN
DE DEMANDA
ENERGÉTICA




Proyecto: PFM - Rehabilitación energética

Fecha: 08/06/2011

Localidad: Algaida

Comunidad: Illes Balears

OPCIÓN ERE

	HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

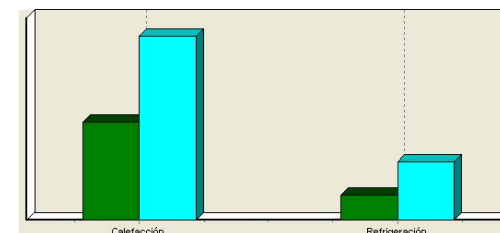
1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
Localidad Algaida	Comunidad Autónoma Illes Balears
Dirección del Proyecto Carrer del Pare Bartomeu Pou	
Autor del Proyecto Jose Manuel Busquets Hidalgo	
Autor de la Calificación UPC	
E-mail de contacto josemanuel_busquets@hotmail.com	Teléfono de contacto (null)
Tipo de edificio Bloque	


2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	53.1	41.9
Proporción relativa calefacción refrigeración	79.9	20.1



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1.2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 <div> <div>HE-1</div> <div>Opción</div> <div>General</div> </div>	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrimetria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	72.15	3.30
P01_E02	P01	Nivel de estanqueidad 5	3	20.31	3.30
P01_E03	P01	Residencial	3	105.69	3.30
P01_E04	P01	Residencial	3	39.32	3.30
P02_E05	P02	Residencial	3	72.69	2.70
P02_E01	P02	Residencial	3	26.41	2.70
P02_E02	P02	Nivel de estanqueidad 5	3	10.32	2.70
P02_E03	P02	Residencial	3	88.73	2.70
P03_E01	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	171.75	1.15

3.2. Cerramientos opacos

3.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Teja cerámica-porcelana	1.300	2300.00	840.00	-	30	SI
Bloque mares	1.500	2450.00	920.00	-	1	SI
Lana de Oveja	0.040	14.00	800.00	-	1	SI
Corcho	0.040	110.00	1880.00	-	1	SI
Pedra santanyi	1.400	1750.00	1000.00	-	40	SI
BH convencional espesor 200 mm	0.923	860.00	1000.00	-	10	--

 <div> <div>HE-1</div> <div>Opción</div> <div>General</div> </div>	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.430	1050.00	1000.00	-	4	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0.550	1125.00	1000.00	-	10	--
Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	-	-	-	0.17	-	--
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4	--
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.427	920.00	1000.00	-	10	--
Plaqueta o baldosa de gres	2.300	2500.00	1000.00	-	30	--
Hormigón convencional d 1600	0.970	1600.00	1000.00	-	120	--
FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	1.323	1330.00	1000.00	-	80	--
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0.18	-	--
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.250	825.00	1000.00	-	4	--
Plaqueta o baldosa cerámica	1.000	2000.00	800.00	-	30	--
Polietileno baja densidad [LDPE]	0.330	920.00	2200.00	-	100000	--
Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.300	1000.00	1000.00	-	10	--
Hormigón armado 2300 < d < 2500	2.300	2400.00	1000.00	-	80	--
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.908	1220.00	1000.00	-	10	--

3.2.2 Composición de Cerramientos


Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachada principal-posterior	0.46	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
P1-Fachadas lateral izq	0.47	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
P1-Fachadas lateral izq	0.47	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		BH convencional espesor 200 mm	0.200
		Lana de Oveja	0.060
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.010
P1-Fachada lateral derecha	0.47	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Medianera	1.98	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.100
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
Muro caja escalera	1.00	Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.015
		Bloque mares	0.100
		Lana de Oveja	0.020
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.010
PB-Fachadas princ-post-izq	0.48	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		Bloque mares	0.200
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
PB- Fachada lateral derecha	0.47	Pedra santanyi	0.030
		Lana de Oveja	0.070
		Bloque mares	0.250
		Yeso, de alta dureza 900 < d < 1200	0.010
Forjado PB	1.41	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado PP-cubierta plana	0.26	Plaqueta o baldosa cerámica	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		Corcho	0.120
		Hormigón con otros áridos ligeros d 1000	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
Solera	0.48	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Corcho	0.070
		Hormigón convencional d 1600	0.020
		Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.200
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Forjado PP-cubiera inclinada	1.99	Teja cerámica-porcelana	0.020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Polietileno baja densidad [LDPE]	0.002
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0.250
Forjado locales no calefactados	0.26	Corcho	0.130
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0.020
Forjado vestibulo PB	0.31	Plaqueta o baldosa de gres	0.010
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0.020
		Hormigón convencional d 1600	0.050
		FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0.250
		Corcho	0.100
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0.000
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.020


3.3. Cerramientos semitransparentes

3.3.1 Vidrios

Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
VER_DC_4-12-4	2.80	0.75	SI

3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)	Just.
--------	--------------	-------

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears


Nombre	U (W/m²K)	Just.
VER_Madera de densidad media baja	2.00	--

3.3.3 Huecos

Nombre	Ventanas norte
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61
Justificación	SI

Nombre	Ventanas otras
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61
Justificación	SI

Nombre	Puertas norte
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4

 <div> <div>HE-1</div> <div>Opción</div> <div>General</div> </div>	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61
Justificación	SI

Nombre	Puertas otras
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4
Marco	VER_Madera de densidad media baja
% Hueco	20.00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60.00
U (W/m²K)	2.64
Factor solar	0.61
Justificación	SI


3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	-0.04	0.87
Encuentro suelo exterior-fachada	0.19	0.81
Encuentro cubierta-fachada	0.19	0.81

 <div> <div>HE-1</div> <div>Opción</div> <div>General</div> </div>	Proyecto	
	PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad	Comunidad
	Algaida	Illes Balears


Esquina saliente	0.15	0.78
Hueco ventana	0.24	0.63
Esquina entrante	-0.13	0.80
Pilar	0.19	0.72
Unión solera pared exterior	0.13	0.73

 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

4. Resultados

4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01	72.1	1	100.0	52.8	44.0	50.7
P01_E03	105.7	1	86.7	52.1	61.2	36.7
P01_E04	39.3	1	75.1	51.7	54.2	39.4
P02_E05	72.7	1	89.7	53.6	69.4	36.9
P02_E01	26.4	1	93.9	56.4	100.0	47.9
P02_E03	88.7	1	82.2	53.6	60.1	50.0

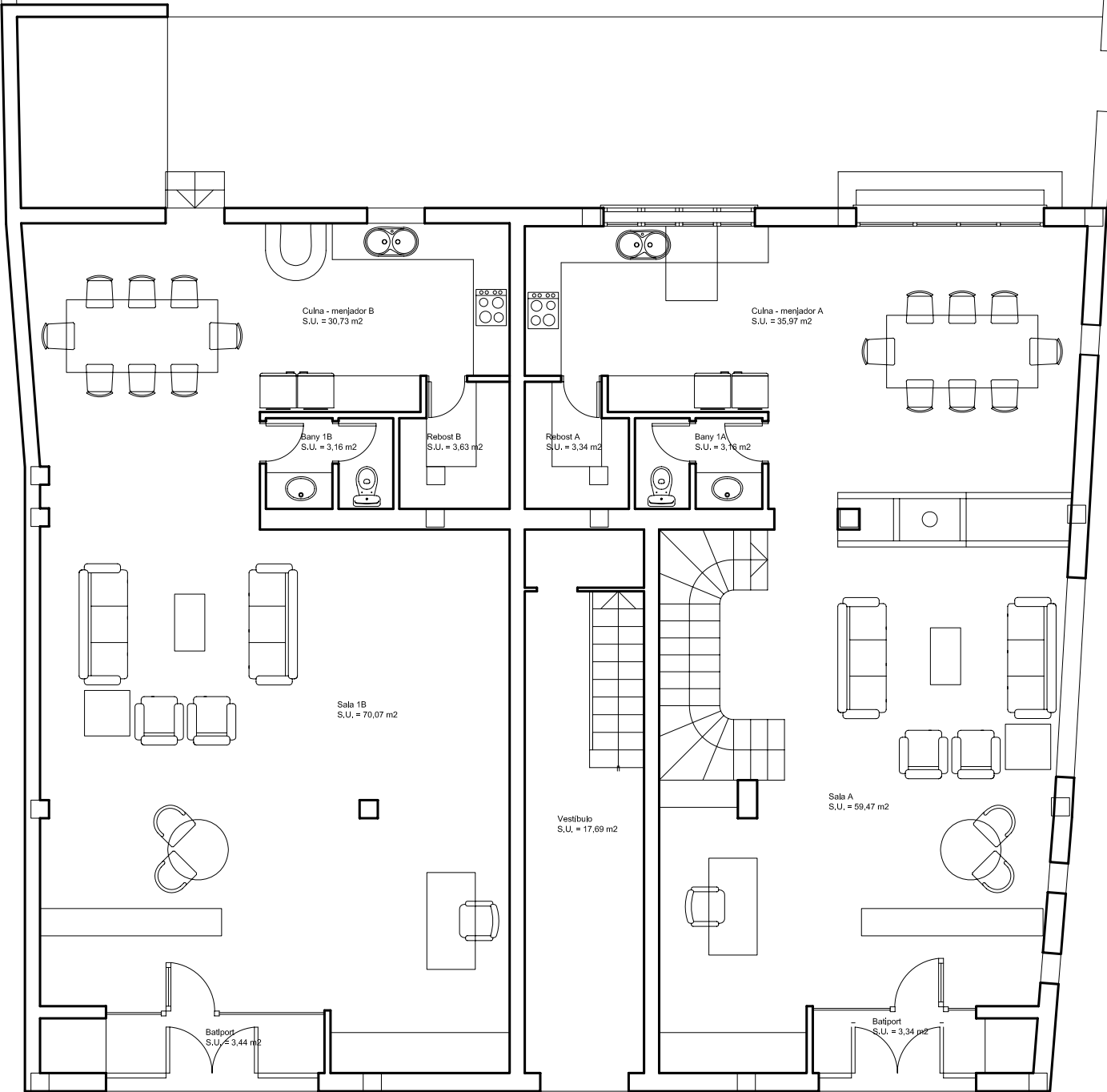
 HE-1 Opción General	Proyecto PFM - Rehabilitación energética	
	Localidad Algaida	Comunidad Illes Balears

5. Lista de comprobación

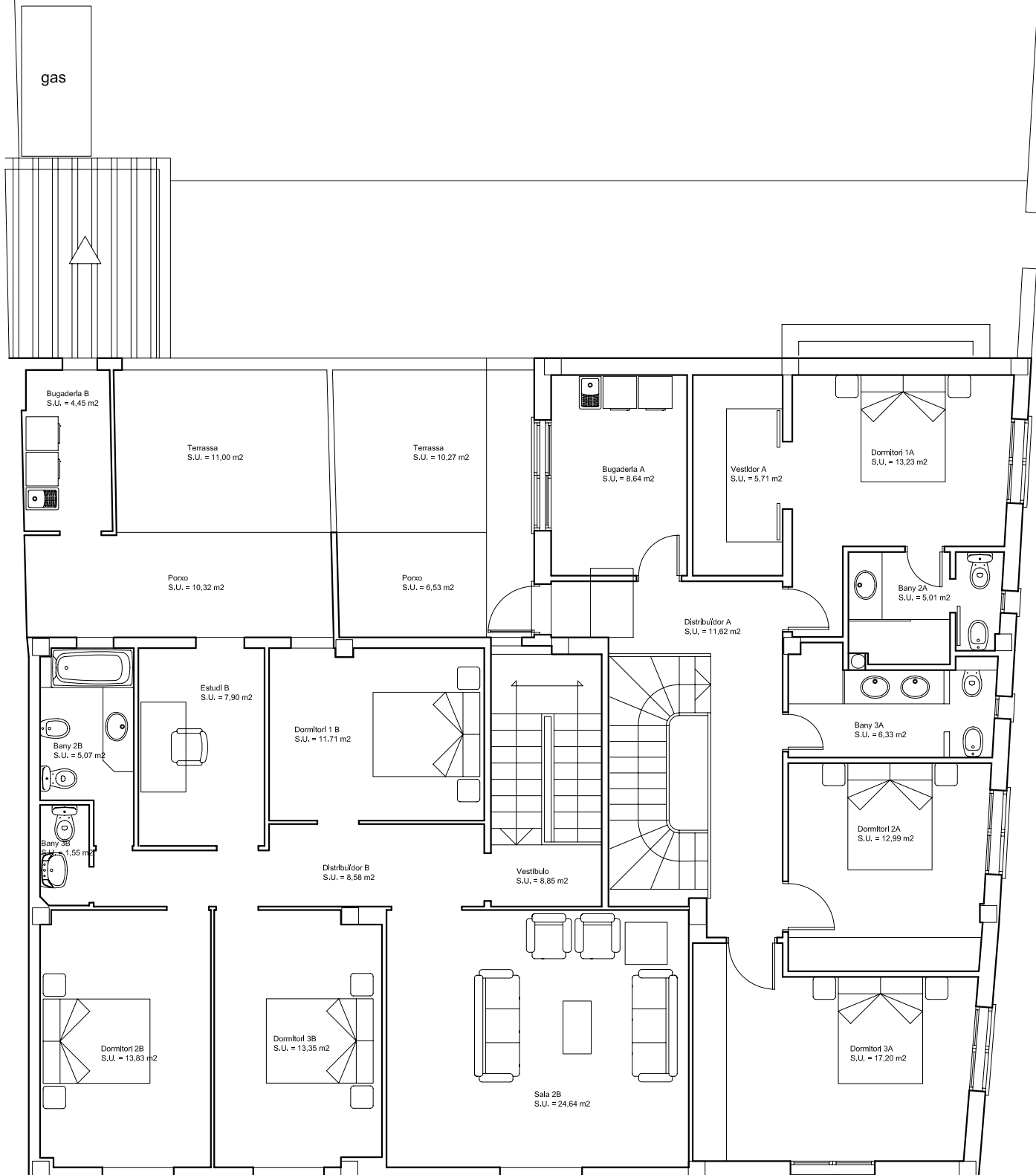
Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	Teja cerámica-porcelana
	Bloque mares
	Lana de Oveja
	Corcho
	Pedra santanyi
Acristalamiento	VER_DC_4-12-4

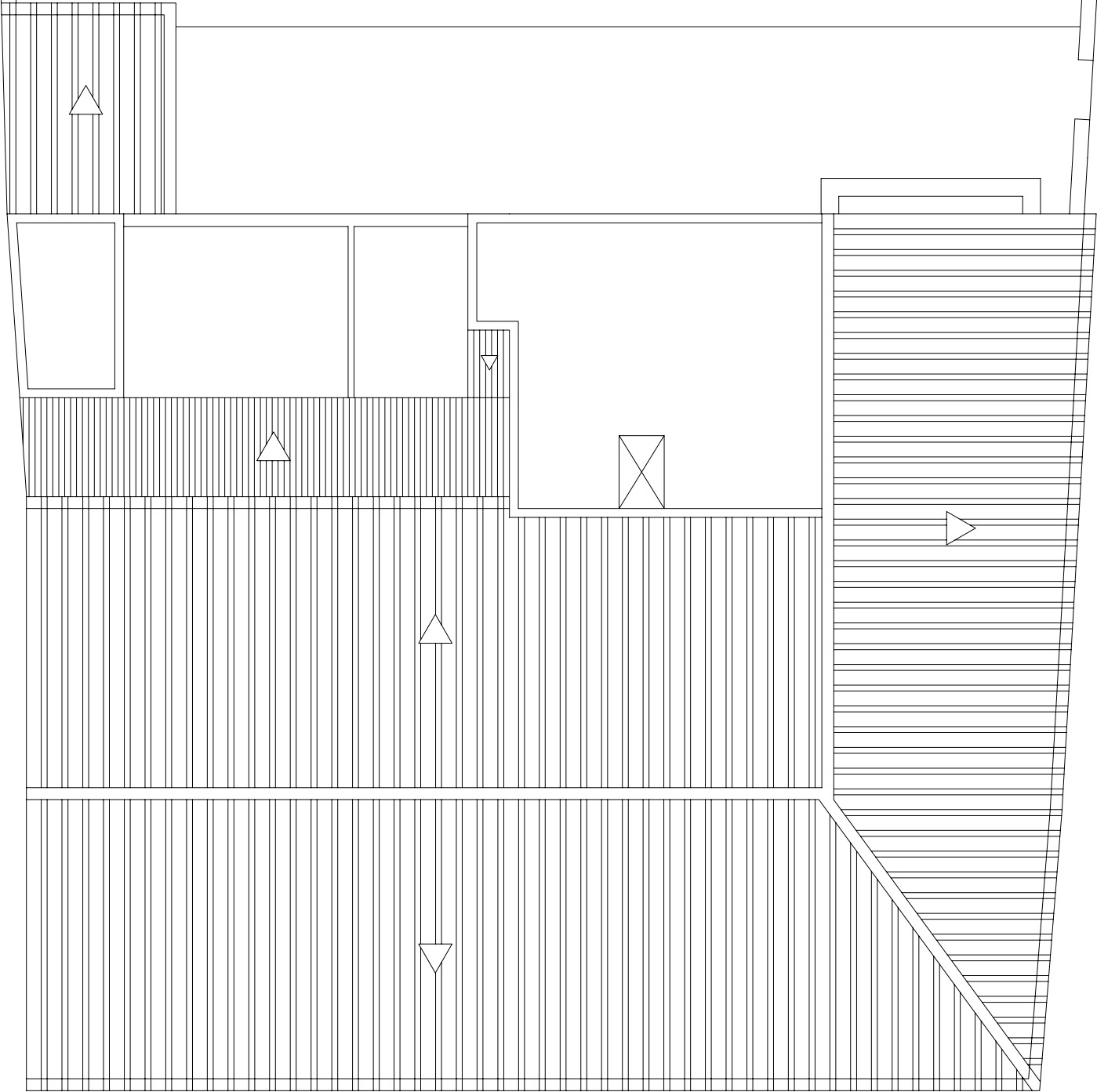
Huerto trasero

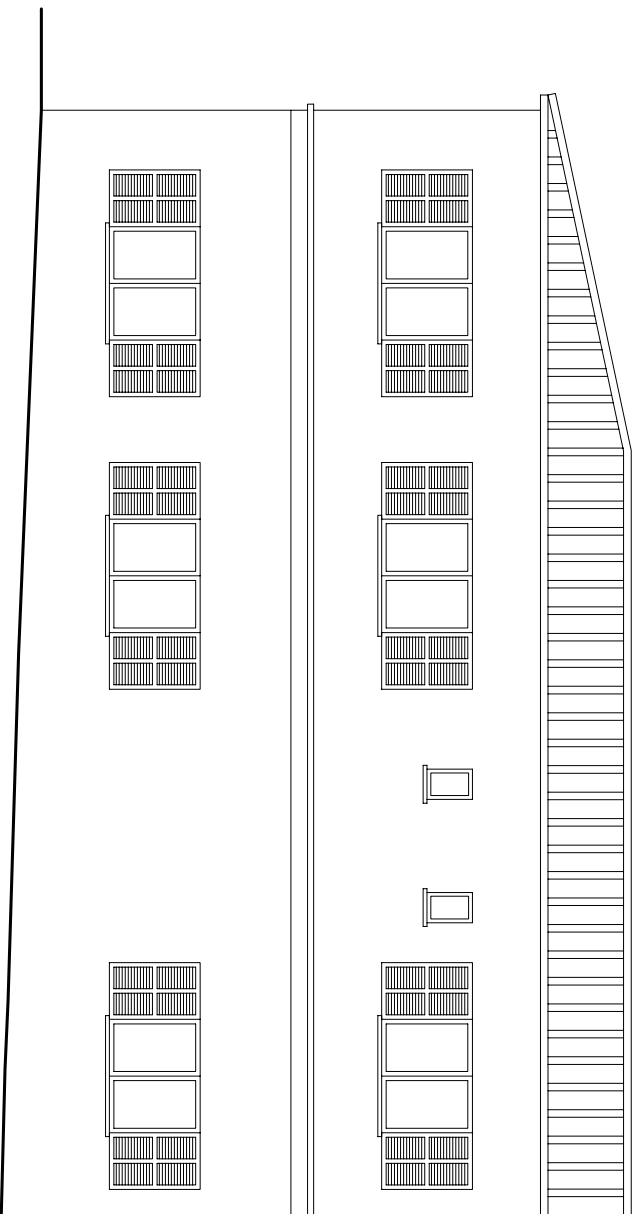


Huerto trasero



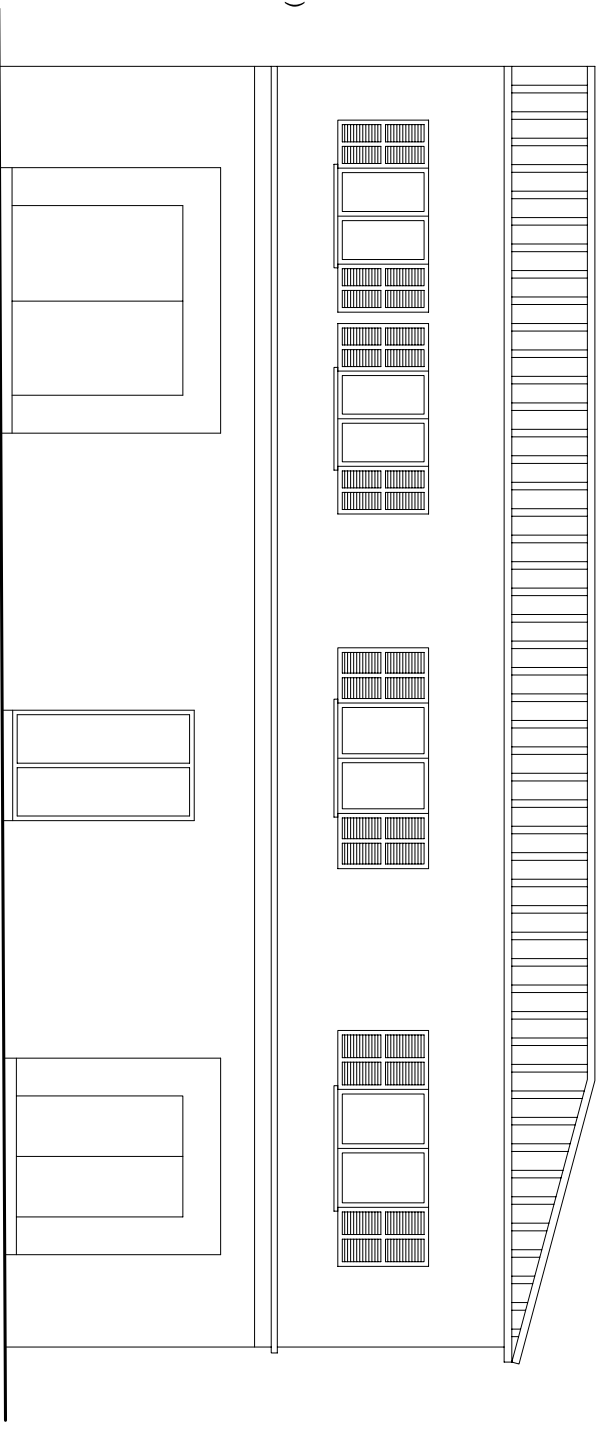
Huerto trasero





Fachada Este
(C/ Anselm Turmeda)
Escala 1:100

Fachada Sur
(C/ Pare Bartomeu Pou)
Escala 1:100



Presupuesto económico opción Base

Código	Nat	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Total
D01	Capítulo		DEMOLICIONES	1.000	31,518.68	31,518.68
D0101.0020	Partida	M2	dem.cub.teja con recup. y acopio	212.660	24.45	5,199.54
D0105.0030	Partida	M2	dem. solado hidrauld. o terrazo	403.430	8.17	3,296.02
D0105.0030B	Partida	m2	dem. solado ceramica	61.390	8.26	507.08
D0106.0010	Partida	M2	dem. alicatados	409.650	7.33	3,002.73
D0106.0100	Partida	M2	dem. enfoscado mort. cem. p.verT	1,091.920	11.01	12,022.04
D0106.0120	Partida	M2	dem. enfoscado mort.cem. fachada	332.060	22.56	7,491.27
			D01	1.000	31,518.68	31,518.68
D06	Capítulo		CUBIERTAS	1.000	24,133.48	24,133.48
D0601.0020	Partida	M2	base cub.tab.conej.b/ceram.60cm	193.110	52.07	10,055.24
D0602.0010	Partida	M2	cub.teja arabe semiamortorada	212.660	53.12	11,296.50
D0602.0040	Partida	ml	limatesa teja arabe	23.220	14.31	332.28
D0608.0020	Partida	M2	form.pendientes horm.aireado	61.390	39.90	2,449.46
			D06	1.000	24,133.48	24,133.48
D09	Capítulo		REVOCOS Y ENLUCIDOS	1.000	31,262.82	31,262.82
D0902.0050	Partida	M2	guarnec.maest.enluc.yeso vert	682.270	17.70	12,076.18
D0903.0010B	Partida	M2	trasdosado placa escayola	99.830	23.20	2,316.06
D0903.0010	Partida	M2	falso techo escayola lisa	403.430	22.86	9,222.41
D0901.0040	Partida	M2	enfoscado maestreado cp.vert.inT	409.650	18.67	7,648.17
			D09	1.000	31,262.82	31,262.82
D10	Capítulo		SOLADOS Y ALICATADOS	1.000	44,476.25	44,476.25
D1003.0010	Partida	M2	baldosa ceramica 20x20 o 30x30	61.390	42.20	2,590.66
D1004.0020	Partida	M2	gres 20x20 o 30x30 cem. cola	403.430	50.02	20,179.57
D1008.0020	Partida	ml	rodapie ceramico 7 cm	27.680	12.54	347.11
D1008.0040	Partida	ml	rodapie gres 7 cm	206.770	8.30	1,716.19
D1009.0060	Partida	M2	alic.gres 20x20 o 30x30 cm cola	409.650	47.95	19,642.72
			D10	1.000	44,476.25	44,476.25
D11	Capítulo		CANTERIA Y PIEDRA ARTIFICIAL	1.000	52,905.37	52,905.37
D1102.0030	Partida	M2	aplacado Santany 3 cm vertical	332.060	140.78	46,747.41
D1103.0010	Partida	ml	viert.Santany 30x3 doble got.mur	22.180	52.97	1,174.87
D1103.0020	Partida	ml	jambas-dinteles 25x3 Santany	82.920	51.70	4,286.96
D1103.0040	Partida	ml	umbral marmol gris mall.33x3 cm	11.920	58.40	696.13
			D11	1.000	52,905.37	52,905.37
D23	Capítulo		ACRISTALAMIENTOS	1.000	1,302.53	1,302.53
D2301.0050	Partida	M2	Vidrio flotado de 4mm incoloro	49.620	26.25	1,302.53
			D23	1.000	1,302.53	1,302.53
D14	Capítulo		OBRAS VARIAS (ALBAÑILERIA)	1.000	10,888.79	10,888.79
D1401.0030	Partida	U	recibido cercos en muros < 3 m2	21.000	64.33	1,350.93
D1401.0040	Partida	U	recibo cercos en muros >3 m2	3.000	99.88	299.64
D1401.0001A	Partida	U	Ayudas a fontanería	0.180	36,064.61	6,491.63
D1401.0001B	Partida	U	Ayudas a electricidad	0.180	3,455.75	622.04
D1401.0001C	Partida	U	Ayudas a calefacción	0.180	11,803.04	2,124.55
			D14	1.000	10,888.79	10,888.79
D15	Capítulo		CARPINTERIA METÁLICA	1.000	4,017.12	4,017.12
D1602.0050	Partida	U	vent.pract.1hoj.al.bronc. 60x110	18.000	129.44	2,329.92
D1602.0290	Partida	U	vidr.corr.4hoj.al.lac.bl.270x210	3.000	332.63	997.89
D1602.0175	Partida	U	vidr.prac.1hoj.al.lac.bl.90x210	3.000	229.77	689.31
			D15	1.000	4,017.12	4,017.12
D18	Capítulo		INSTALACIONES	1.000	1,116.48	1,116.48
D1704.0020	Partida	U	calentador acum.electr.100l	2.000	444.23	888.46
D1811.0040	Partida	U	rad.elect.mural 1500w 1290 kcal	2.000	114.01	228.02
			D18	1.000	1,116.48	1,116.48
D24	Capítulo		PINTURA	1.000	8,325.66	8,325.66
D2403.0050	Partida	M2	pintura natural int.hor.vert.	1,495.350	5.20	7,775.82

D2403.0070	Partida	U	pintura/barniz natural.carp.ext.	24.000	22.91	549.84
			D24	1.000	8,325.66	8,325.66
				SUBTOTAL	1.000	209,947.18
				Mantenimiento		3,349.44
				TOTAL		213,296.62

Presupuesto económico opción ERE

Código	Nat	Ud	Resumen	Cantidad	Precio	Total
D01	Capítulo		DEMOLICIONES	1.000	31,518.68	31,518.68
D0101.0020	Partida	M2	dem.cub.teja con recup. y acopio	212.660	24.45	5,199.54
D0105.0030	Partida	M2	dem. solado hidrauld. o terrazo	403.430	8.17	3,296.02
D0105.0030B	Partida	m2	dem. solado ceramica	61.390	8.26	507.08
D0106.0010	Partida	M2	dem. alicatados	409.650	7.33	3,002.73
D0106.0100	Partida	M2	dem. enfoscado mort. cem. p.verT	1,091.920	11.01	12,022.04
D0106.0120	Partida	M2	dem. enfoscado mort.cem. fachada	332.060	22.56	7,491.27
			D01	1.000	31,518.68	31,518.68
D06	Capítulo		CUBIERTAS	1.000	24,133.48	24,133.48
D0601.0020	Partida	M2	base cub.tab.conej.b/ceram.60cm	193.110	52.07	10,055.24
D0602.0010	Partida	M2	cub.teja arabe semiamorterada	212.660	53.12	11,296.50
D0602.0040	Partida	ml	limatesa teja arabe	23.220	14.31	332.28
D0608.0020	Partida	M2	form.pendientes horm.aireado	61.390	39.90	2,449.46
			D06	1.000	24,133.48	24,133.48
D09	Capítulo		REVOCOS Y ENLUCIDOS	1.000	31,262.82	31,262.82
D0902.0050	Partida	M2	guarnec.maest.enluc.yeso vert	682.270	17.70	12,076.18
D0903.0010B	Partida	M2	trasdosado placa escayola	99.830	23.20	2,316.06
D0903.0010	Partida	M2	falso techo escayola lisa	403.430	22.86	9,222.41
D0901.0040	Partida	M2	enfoscado maestreado cp.vert.inT	409.650	18.67	7,648.17
			D09	1.000	31,262.82	31,262.82
D10	Capítulo		SOLADOS Y ALICATADOS	1.000	44,476.25	44,476.25
D1003.0010	Partida	M2	baldosa ceramica 20x20 o 30x30	61.390	42.20	2,590.66
D1004.0020	Partida	M2	gres 20x20 o 30x30 cem. cola	403.430	50.02	20,179.57
D1008.0020	Partida	ml	rodapie ceramico 7 cm	27.680	12.54	347.11
D1008.0040	Partida	ml	rodapie gres 7 cm	206.770	8.30	1,716.19
D1009.0060	Partida	M2	alic.gres 20x20 o 30x30 cm cola	409.650	47.95	19,642.72
			D10	1.000	44,476.25	44,476.25
D11	Capítulo		CANTERIA Y PIEDRA ARTIFICIAL	1.000	52,905.37	52,905.37
D1102.0030	Partida	M2	aplacado Santany 3 cm vertical	332.060	140.78	46,747.41
D1103.0010	Partida	ml	viert.Santany 30x3 doble got.mur	22.180	52.97	1,174.87
D1103.0020	Partida	ml	jambas-dinteles 25x3 Santany	82.920	51.70	4,286.96
D1103.0040	Partida	ml	umbral marmol gris mall.33x3 cm	11.920	58.40	696.13
			D11	1.000	52,905.37	52,905.37
D12	Capítulo		AISLAMIENTOS	1.000	27,295.84	27,295.84
D1201.0040	Partida	M2	ais.term.en camara lana oveja.30mm	99.830	19.83	1,979.63
D1201.0060	Partida	M2	aislam.techos corcho 60 mm	300.280	43.05	12,927.05
D1201.0040B	Partida	m2	ais.term.en param. ext. lana oveja.70mm	332.060	37.31	12,389.16
			D12	1.000	27,295.84	27,295.84
D23	Capítulo		ACRISTALAMIENTOS	1.000	1,963.40	1,963.40
D2305.0010	Partida	M2	dos lun.4mm <4.5m2 c/12 p>20	28.140	32.53	915.39
D2305.0020	Partida	M2	dos lun.4mm >4.5m2 c/12 p>20	21.480	48.79	1,048.01
			D23	1.000	1,963.40	1,963.40
D14	Capítulo		OBRAS VARIAS (ALBAÑILERIA)	1.000	10,888.79	10,888.79
D1401.0030	Partida	U	recibido cercos en muros < 3 m2	21.000	64.33	1,350.93
D1401.0040	Partida	U	recibo cercos en muros >3 m2	3.000	99.88	299.64
D1401.0001A	Partida	U	Ayudas a fontanería	0.180	36,064.61	6,491.63
D1401.0001B	Partida	U	Ayudas a electricidad	0.180	3,455.75	622.04
D1401.0001C	Partida	U	Ayudas a calefacción	0.180	11,803.04	2,124.55
			D14	1.000	10,888.79	10,888.79
D15	Capítulo		CARPINTERIA DE MADERA	1.000	11,269.77	11,269.77
D1502.0030	Partida	U	ventana oscilobatiente 120x110	18.000	390.98	7,037.64
D1503.0010B	Partida	U	Balconera vidr. 203x90	3.000	475.24	1,425.72

D1503.0020	Partida U	Balconera vidr. 2 h. 250x250	3.000	935.47	2,806.41
D15			1.000	11,269.77	11,269.77
D18	Capítulo	INSTALACIONES	1.000	95,736.46	95,736.46
D1812.0010	Partida U	depos.acumulador ACS 90l	2.000	1,963.09	3,926.18
D1809.0060	Partida U	caldera biomasa 25000 kcal/h	2.000	11,803.39	23,606.78
D1810.0010	Partida U	suelo radiante colocado	2.000	11,552.52	23,105.04
D1813.0010	Partida U	equipo solar acumul-produccion. a.c.s.	2.000	22,549.23	45,098.46
D18			1.000	95,736.46	95,736.46
D24	Capítulo	PINTURA	1.000	8,325.66	8,325.66
D2403.0050	Partida M2	pintura natural int.hor.vert.	1,495.350	5.20	7,775.82
D2403.0070	Partida U	pintura/barniz natural.carp.ext.	24.000	22.91	549.84
D24			1.000	8,325.66	8,325.66
SUBTOTAL			1.000	339,776.52	339,776.52
Mantenimiento					95,736.46
TOTAL					435,512.98

Presupuesto energético opción Base

Código	Nat	Ud	Resumen	Cantidad	kWh	Total
D01	Capítulo		DEMOLICIONES	1.000	32,636.22	32,636.22
E2111500	Partida	M2	dem.vol. edifi	1,625.310	20.08	32,636.22
			D01	1.000	32,636.22	32,636.22
D06	Capítulo		CUBIERTAS	1.000	30,236.79	30,236.79
D0601.0020	Partida	M2	base cub.tab.conej.b/ceram.60cm	193.110	60.01	11,588.53
D0602.0010	Partida	M2	cub.teja arabe semiamortorada	212.660	50.06	10,645.76
D0602.0040	Partida	ml	limatesa teja arabe	23.220	14.74	342.26
D0608.0020	Partida	M2	form.pendientes horm.aireado	61.390	124.78	7,660.24
			D06	1.000	30,236.79	30,236.79
D09	Capítulo		REVOCOS Y ENLUCIDOS	1.000	21,680.18	21,680.18
D0902.0050	Partida	M2	guarnec.maest.enluc.yeso vert	682.270	5.34	3,643.32
D0903.0010B	Partida	M2	trasdosado placa escayola	99.830	66.30	6,618.73
D0903.0010	Partida	M2	falso techo escayola lisa	403.430	22.86	9,222.41
D0901.0040	Partida	M2	enfoscado maestreado cp.vert.inT	409.650	5.36	2,195.72
			D09	1.000	21,680.18	21,680.18
D10	Capítulo		SOLADOS Y ALICATADOS	1.000	89,523.02	89,523.02
D1003.0010	Partida	M2	baldosa ceramica 20x20 o 30x30	61.390	27.49	1,687.61
D1004.0020	Partida	M2	gres 20x20 o 30x30 cem. cola	403.430	103.16	41,617.84
D1008.0020	Partida	ml	rodapie ceramico 7 cm	27.680	26.44	731.86
D1008.0040	Partida	ml	rodapie gres 7 cm	206.770	26.44	5,467.00
D1009.0060	Partida	M2	alic.gres 20x20 o 30x30 cm cola	409.650	97.69	40,018.71
			D10	1.000	89,523.02	89,523.02
D11	Capítulo		CANTERIA Y PIEDRA ARTIFICIAL	1.000	5,239.37	5,239.37
D1102.0030	Partida	M2	aplacado Santany 3 cm vertical	332.060	11.99	3,981.40
D1103.0010	Partida	ml	viert.Santany 30x3 doble got.mur	22.180	10.75	238.44
D1103.0020	Partida	ml	jambas-dinteles 25x3 Santany	82.920	10.75	891.39
D1103.0040	Partida	ml	umbral marmol gris mall.33x3 cm	11.920	10.75	128.14
			D11	1.000	5,239.37	5,239.37
D23	Capítulo		ACRISTALAMIENTOS	1.000	2,191.72	2,191.72
D2301.0050	Partida	M2	Vidrio flotado de 4mm incoloro	49.620	44.17	2,191.72
			D23	1.000	2,191.72	2,191.72
D14	Capítulo		OBRAS VARIAS (ALBAÑILERIA)	1.000	28,130.98	28,130.98
D1401.0030	Partida	U	recibido cercos en muros < 3 m2	21.000	0.26	5.46
D1401.0040	Partida	U	recibo cercos en muros >3 m2	3.000	0.33	0.99
D1401.0001A	Partida	U	Ayudas a fontanería	13,461.400	1.52	20,461.33
D1401.0001B	Partida	U	Ayudas a electricidad	407.480	1.52	619.37
D1401.0001C	Partida	U	Ayudas a calefacción	4,634.100	1.52	7,043.83
			D14	1.000	28,130.98	28,130.98
D15	Capítulo		CARPINTERIA METÁLICA	1.000	48,080.43	48,080.43
D1602.0050	Partida	U	vent.pract.2hoj.al.bronc. 150x110	18.000	1,694.66	30,503.88
D1602.0290	Partida	U	vidr.corr.4hoj.al.lac.bl.270x210	3.000	4,680.51	14,041.53
D1602.0175	Partida	U	vidr.prac.1hoj.al.lac.bl.90x210	3.000	1,178.34	3,535.02
			D15	1.000	48,080.43	48,080.43
D18	Capítulo		INSTALACIONES	1.000	1,708.36	1,708.36
D1704.0020	Partida	U	calentador acum.electr.100l	2.000	572.38	1,144.76
D1811.0040	Partida	U	rad.elect.mural 1500w 1290 kcal	20.000	28.18	563.60
			D18	1.000	1,708.36	1,708.36
D24	Capítulo		PINTURA	1.000	11,918.34	11,918.34
D2403.0050	Partida	M2	pintura natural int.hor.vert.	1,495.350	7.73	11,559.06
D2403.0070	Partida	U	pintura/barniz natural.carp.ext.	24.000	14.97	359.28
			D24	1.000	11,918.34	11,918.34
SUBTOTAL				1.000	271,345.41	271,345.41
Mantenimiento						5125.08
TOTAL						276,470.49

Presupuesto ecnergético opción ERE

Código	Nat	Ud	Resumen	Cantidad	kWh	Total
D01	Capítulo		DEMOLICIONES	1.000	32,636.22	32,636.22
E2111500	Partida	M2	dem.vol. edifi	1,625.310	20.08	32,636.22
			D01	1.000	32,636.22	32,636.22
D06	Capítulo		CUBIERTAS	1.000	30,236.79	30,236.79
D0601.0020	Partida	M2	base cub.tab.conej.b/ceram.60cm	193.110	60.01	11,588.53
D0602.0010	Partida	M2	cub.teja arabe semiamortorada	212.660	50.06	10,645.76
D0602.0040	Partida	ml	limatesa teja arabe	23.220	14.74	342.26
D0608.0020	Partida	M2	form.pendientes horm.aireado	61.390	124.78	7,660.24
			D06	1.000	30,236.79	30,236.79
D09	Capítulo		REVOCOS Y ENLUCIDOS	1.000	21,680.18	21,680.18
D0902.0050	Partida	M2	guarnec.maest.enluc.yeso vert	682.270	5.34	3,643.32
D0903.0010B	Partida	M2	trasdosado placa escayola	99.830	66.30	6,618.73
D0903.0010	Partida	M2	falso techo escayola lisa	403.430	22.86	9,222.41
D0901.0040	Partida	M2	enfoscado maestreado cp.vert.inT	409.650	5.36	2,195.72
			D09	1.000	21,680.18	21,680.18
D10	Capítulo		SOLADOS Y ALICATADOS	1.000	89,523.02	89,523.02
D1003.0010	Partida	M2	baldosa ceramica 20x20 o 30x30	61.390	27.49	1,687.61
D1004.0020	Partida	M2	gres 20x20 o 30x30 cem. cola	403.430	103.16	41,617.84
D1008.0020	Partida	ml	rodapie ceramico 7 cm	27.680	26.44	731.86
D1008.0040	Partida	ml	rodapie gres 7 cm	206.770	26.44	5,467.00
D1009.0060	Partida	M2	alic.gres 20x20 o 30x30 cm cola	409.650	97.69	40,018.71
			D10	1.000	89,523.02	89,523.02
D11	Capítulo		CANTERIA Y PIEDRA ARTIFICIAL	1.000	5,239.37	5,239.37
D1102.0030	Partida	M2	aplacado Santany 3 cm vertical	332.060	11.99	3,981.40
D1103.0010	Partida	ml	viert.Santany 30x3 doble got.mur	22.180	10.75	238.44
D1103.0020	Partida	ml	jambas-dinteles 25x3 Santany	82.920	10.75	891.39
D1103.0040	Partida	ml	umbral marmol gris mall.33x3 cm	11.920	10.75	128.14
			D11	1.000	5,239.37	5,239.37
D12	Capítulo		AISLAMIENTOS	1.000	39,002.70	39,002.70
D1201.0040	Partida	M2	ais.term.en camara lana oveja.30mm	99.830	53.27	5,317.94
D1201.0060	Partida	M2	aislam.techos corcho 60 mm	300.280	53.27	15,995.92
D1201.0040B	Partida	m2	ais.term.en param. ext. lana oveja.70mm	332.060	53.27	17,688.84
			D12	1.000	39,002.70	39,002.70
D23	Capítulo		ACRISTALAMIENTOS	1.000	4,998.22	4,998.22
D2305.0010	Partida	M2	dos lun.4mm <4.5m2 c/12 p>20	28.140	100.73	2,834.54
D2305.0020	Partida	M2	dos lun.4mm >4.5m2 c/12 p>20	21.480	100.73	2,163.68
			D23	1.000	4,998.22	4,998.22
D14	Capítulo		OBRAS VARIAS (ALBAÑILERIA)	1.000	28,130.98	28,130.98
D1401.0030	Partida	U	recibido cercos en muros < 3 m2	21.000	0.26	5.46
D1401.0040	Partida	U	recibo cercos en muros >3 m2	3.000	0.33	0.99
D1401.0001A	Partida	U	Ayudas a fontanería	13,461.400	1.52	20,461.33
D1401.0001B	Partida	U	Ayudas a electricidad	407.480	1.52	619.37
D1401.0001C	Partida	U	Ayudas a calefacción	4,634.100	1.52	7,043.83
			D14	1.000	28,130.98	28,130.98
D15	Capítulo		CARPINTERIA DE MADERA	1.000	15,142.74	15,142.74
D1502.0030	Partida	U	ventana oscilobatiente 120x110	18.000	650.56	11,710.08
D1503.0010B	Partida	U	Balconera vidr. 203x90	3.000	579.28	1,737.84
D1503.0020	Partida	U	Balconera vidr. 2 h. 250x250	3.000	564.94	1,694.82
			D15	1.000	15,142.74	15,142.74
D18	Capítulo		INSTALACIONES	1.000	23,807.44	23,807.44
D1812.0010	Partida	U	depos.acumulador ACS 90l	2.000	449.36	898.72
D1809.0060	Partida	U	caldera biomasa 25000 kcal/h	2.000	4,912.02	9,824.04

D1810.0010	Partida	U	suelo radiante colocado	2.000	3,778.89	7,557.78
D1813.0010	Partida	U	equipo solar acumul-produccion. a.c.s.	2.000	2,763.45	5,526.90
D18				1.000	23,807.44	23,807.44
D24	Capítulo	PINTURA		1.000	11,918.34	11,918.34
D2403.0050	Partida	M2	pintura natural int.hor.vert.	1,495.350	7.73	11,559.06
D2403.0070	Partida	U	pintura/barniz natural.carp.ext.	24.000	14.97	359.28
D24				1.000	11,918.34	11,918.34
SUBTOTAL				1.000	302,316.00	302,316.00
Mantenimiento						23,807.44
TOTAL						326,123.44